Dominique BOULLIER

Collection U

SOCIOLOGIE DU NUMÉRIQUE

2e édition

ARMAND COLIN

Dominique Boullier

Sociologie du numérique

2e édition

ARMAND COLIN

Illustration de couverture : © imaginima/Getty images
Infographie : Carl Voyer

www.armand-colin.com

© Armand Colin, 2016, 2019
Armand Colin est une marque de Dunod Éditeur,
11, rue Paul Bert, 92240 Malakoff

ISBN : 978-2-200-62674-7

Ce document numérique a été réalisé par PCA

Pour Franck Ghitalla, trop tôt disparu,
pionnier des Web Studies, qui nous a initiés,
si nombreux,
à la cartographie des réseaux.

Table

Couverture

Page de titre

Copyright

Dédicace

Remerciements

Introduction. De la « révolution numérique » à l'amplification

Chapitre 1. Histoires du numérique

- Histoire et propriétés de l'informatique
- *La matérialité logique*
- *Deux fondateurs : Turing et Von Neumann*
- *Des grandes machines au Machine Learning*
- Histoire des télécommunications
- *Le télégraphe*
- *Le téléphone*
- *La radio*
- *Les commutateurs*
- *Deux commutations, deux modèles sociologiques*
- *Les modes de transmission sont des politiques*

Un rythme d'innovation effréné

Histoire d'Internet

Un protocole minimaliste

Un réseau de réseaux :
les choix d'architecture sont politiques

Le World Wide Web

Annuaires et moteurs :
la domination « objective » de Google

Le Web 2.0 et le monde des plateformes

Les alternatives

La blockchain, attracteur étrange,
comme alternative radicale ?

Du Web sémantique révisé au monde du Big Data

Histoire des supports médiatiques

La photographie : après 100 ans d'argentique,
le triomphe numérique de l'amateur

Histoire des formats de l'industrie musicale

Une histoire à géographie variable : Chine et Europe

La dynamique chinoise rebat les cartes

Le RGPD, premier jalon d'une troisième voie
ou l'heure des comptes a sonné !

Le temps des barbares et le temps
de la reprise en mains par le public

Conclusion

Chapitre 2. Sociologie des usages

Usages et conception :
penser le couplage homme-machine

Approches pragmatiques et ethnométhodologiques

Les styles d'usage

Les nouveaux collectifs de travail

Au-delà de publier, faire. L'émergence des makers

Publication de soi et jeux d'identité

Les usagers d'Internet sont-ils
des « cultural idiots » ?

Le design de la visibilité de Dominique Cardon

Des jeux d'identité aux vols d'identité :
données personnelles et *privacy*

Sociabilités en ligne et hors ligne

Socialisation et désocialisation : « chatting alone » ?

L'empire des réplications

Fracture numérique ?

D'un discours à un concept

Asymétrie des équipements entre pays

Inégalités de diffusion dans le public

Culture savante et culture ordinaire
en « computer literacy » : une fracture scolaire

Fracture générationnelle ?

Politiques publiques de réduction
de la fracture numérique

Chapitre 3. Le numérique, technologie cognitive

Qu'est-ce qu'une technologie cognitive ?

L'écriture, technologie cognitive

La carte comme technologie cognitive

Cadres de perception
et conventions sémiotiques et esthétiques

Le langage des nouveaux médias

Le règne de l'image et de l'immersion

Architectures des savoirs

Politique d'orientation dans les savoirs

Modèle computationnel de l'esprit et apprentissage :
ce que fait le Machine Learning

Sociologie des algorithmes

Éducation numérique

Des âges de l'éducation numérique

Le pluralisme des politiques éducatives
à travers les plateformes numériques

Écrire/publier

L'information proliférante et en temps réel

Les formats

Chapitre 4. Sociologie économique du numérique

Un secteur industriel ?

Des espaces de production ou de pouvoir ?

Y a-t-il une économie numérique ?

Économie de la connaissance

Économie de l'attention ?

Les signaux de l'économie d'opinion

La lutte des investisseurs et des investis

Les biens immatériels,
leviers pour les plateformes

Des biens rivaux aux biens d'expérience

La distribution sans contraintes physiques

L'effet plateforme

La gratuité, arme fatale des plateformes ?

Culture libre et licences nouvelles
pour la créativité : au-delà du droit d'auteur

Gratuité et marché à double versant

La connaissance des publics grâce aux traces de comportement

Le travail des tâcherons de la donnée

L'innovation d'opinion

De la start-up à l'entreprise ? Encore un effort !

Wikinomics : pollinisation ou prédation financière ?

Le logiciel libre comme matrice technique et culturelle

Un nouveau mode de production, de nouveaux services, de nouveaux entrants

Ubérisation ou politique du bien commun

Le numérique dans les organisations

La première modernisation numérique des organisations

Quelle seconde modernisation numérique ?

Management financiarisé, institution et numérique

Chapitre 5. Sociologie politique du numérique

Administration numérique

Et tous étaient touchés

Les enjeux d'identité

Des cartes aux SIG

La ville numérique

Le numérique amplifie tous les formats de la démocratie

La démocratie représentative numérisée

La démocratie technocratique est numérique

Les confusions de l'opinion mining

Les mouvements sociaux sont en ligne

La démocratie dialogique explorée par le numérique

Le numérique amplifie-t-il vraiment tous ces formats ?

Le côté obscur de la force du numérique

Gouvernance du numérique

Le modèle pluraliste de Lessig

La neutralité d'Internet

Politiques des architectures de réseaux

Politiques des architectures peer-to-peer

Le numérique n'est pas neutre écologiquement : éthique du développement numérique ?

Politiques des réseaux sociaux

Le copyright

Les données personnelles

Les grandes « institutions » de régulation d'Internet

Une autre gouvernance est possible : Wikipédia

Conclusion

Chapitre 6. Les humanités numériques et au-delà

Le poids des mots

Le choc des photos

L'influence des réseaux

La loi des 1/0

Méthodes numériques

Nouvelles traces, nouvelle génération de sciences sociales ?

Conclusion

Bibliographie

Index

Collection U

Remerciements

Cet ouvrage doit beaucoup aux étudiants de Sciences Po et de l'EPFL auxquels j'ai enseigné cette matière hybride pendant plusieurs années et qui ont fourni des retours, des travaux et des commentaires stimulants et parfois même des débats d'une prodigieuse créativité. J'espère que d'autres étudiants s'empareront de ce manuel pour penser le numérique avec autant de vigilance qu'eux, comme l'ont fait mes doctorants qui m'ont tous profondément enrichi.

Les années de travail auprès de Bruno Latour au sein du médialab furent une source d'inspiration, de stimulation et de gai savoir qui témoigne de la puissance de sa pensée, dont on trouvera, je l'espère, un écho dans ce travail.

Les longues années de terrain et de recherche qui ont construit cette vision générale du numérique ont laissé aussi l'empreinte de tant de personnes, d'entreprises, d'acteurs et de collègues qui m'ont tous appris à sentir l'élan des mondes qui viennent mais aussi la douleur des mondes qui se perdent : chacune de ces rencontres sur les terrains d'enquête les plus divers représente une pierre indispensable à toute l'architecture de l'ouvrage. Tous ceux avec qui le numérique a commencé à être pensé dans les sciences sociales en France, à partir du Minitel en 1981, un peu par hasard parfois, m'ont permis de constituer une forme de communauté de destin (et de financement !) qui nous a gardés proches, malgré les années et malgré les incessantes réinventions, en particulier André Vitalis, Philippe Mallein, Yves Toussaint, Josiane Jouët et Serge Proulx. Le compagnonnage intellectuel constant avec Marc Legrand depuis notre formation commune de linguistes structuralistes auprès de Jean Gagnepain est une source constante d'innovation conceptuelle et de rigueur. Les liens étroits tissés avec le Centre de sociologie de l'innovation et en particulier Madeleine Akrich, Cécile Méadel et Antoine Hennion ont largement contribué à renforcer une approche de type STS en matière d'innovation et de numérique que l'on retrouvera dans tout l'ouvrage. Mes collègues de l'UTC à Compiègne, notamment Bernard Stiegler, Charles Lenay, Olivier

Gapenne, Franck Ghitalla et Yann Moulier-Boutang, ainsi que Charles Tijus de Paris VIII qui créa avec moi le laboratoire des usages Lutin, m'ont apporté une sensibilité aux technologies cognitives.

Ma familiarité avec l'informatique fut véritablement amplifiée par l'expérience de concepteur de diplômes en ligne, expérience commune avec Jean-Paul Barthes à l'UTC, puis par tous les directeurs de laboratoires du CNRS rencontrés lors de mes années de chargé de mission à la direction du département STIC du CNRS auprès de Francis Jutand et de Catherine Garbay, avec mes collègues du Médialab de Sciences Po et avec ceux de l'Institut des humanités numériques de l'EPFL, en particulier Frédéric Kaplan et Franco Moretti, et mes collègues de l'UNIL, en particulier Dominique Vinck et Boris Beaude. Une pensée spéciale pour El Mahdi El Mhamdi, doctorant en computer sciences à l'EPFL qui m'a fait entrer dans les arcanes de la data science. Enfin, les chercheurs du Centre d'études européennes de Sciences Po m'ont permis d'entrer en science politique grâce à leur expertise reconnue parmi les meilleures.

Les directeurs de la collection, Marco Oberti et Patrick Le Galès, ont été des lecteurs et commentateurs avisés et exigeants tout autant que bienveillants, et je les en remercie car l'ouvrage n'aurait pu être achevé sans leur ténacité.

Enfin, je remercie mes anciens doctorants qui m'ont assisté dans la préparation des cours : Audrey Lohard, Maxime Crépel, Antoine Courmont, Jean-François Lucas et Jessica Pidoux. Un remerciement particulier à Cyril van Schreven pour son aide sur la blockchain et surtout à Erik Da Silva qui a repris, complété et actualisé toutes les données chiffrées pour cette nouvelle édition.

47 vidéos de 2'30 environ sont disponibles sur ma chaîne YouTube[1]. Elles reprennent plusieurs des points présentés dans cet ouvrage. Elles constituent un complément illustré du cours. Les vidéos ont été produites dans le cadre de Sciences Po et financées par la Comue USPC (programme Sapiens) et l'Idefi Forcast.

Remarques sur la nouvelle édition

Il n'est guère de sujets qui changent aussi vite que le numérique, il était donc indispensable de réviser la première édition de cet ouvrage. Mais on

est parfois saisi de vertige en listant tous les changements intervenus en si peu de temps : les médias parlent quasiment tous les jours d'une nouvelle importante pour le domaine couvert par ce livre. Et il devient même difficile de dénouer les liens de l'Histoire (avec un grand « H » comme on disait) et des enjeux du numérique, comme on l'a vu avec les campagnes électorales de Donald Trump et du *Brexit*. Les enjeux géostratégiques sont désormais incontournables et les modèles en place, californien, chinois et européen, tendent vers un affrontement plus sévère, parfois même sous forme de cyberguerre. Car la capacité de transformation du numérique dans tous les domaines n'a fait que s'affirmer pour perturber tous les processus établis sur le plan industriel, politique ou dans la vie quotidienne. Les temps semblent mûrs pour une reprise de contrôle sur cette architecture qui structure nos vies mais qui produit des effets systémiques indésirables. Les leviers d'action sont disponibles – et la lecture de ce livre devrait y aider – et les expériences alternatives sont toujours aussi vivaces malgré la puissance des vents contraires.

Le *Machine Learning* (plutôt que l'intelligence artificielle) et la blockchain sont deux changements majeurs qui génèrent des innovations multiples mais aussi des promesses abusives. Ils seront traités en détail ici, alors que d'autres déjà présents mais de façon diffuse, comme l'Internet des objets, seront seulement mentionnés. Car cet ouvrage se veut nécessairement rétrospectif puisqu'il veut rendre compte des travaux des sciences sociales – et en particulier de la sociologie – sur ces innovations. Or, il faut du temps avant que les chercheurs se saisissent de ces objets et réalisent les enquêtes nécessaires. En effet, les travaux prophétiques ou les diagnostics catastrophistes ne sont pas recensés ici s'ils ne sont pas appuyés sur une approche empirique solide. De nombreux domaines sont cependant traités par les chercheurs mais ne trouveront pas suffisamment leur place ici car le projet deviendrait encyclopédique. C'est le cas de tous les secteurs culturels (cinéma, vidéo, musique, par exemple) et des questions juridiques qui sont devenues pourtant, ces dernières années, extrêmement vives, avec en particulier l'adoption du Règlement général de protection des données (RGPD) en Europe, qui sert de référence un peu partout dans le monde. Les cadrages conceptuels ont évolué de façon assez notable sur le plan de l'analyse du capitalisme financier numérique, grâce à plusieurs travaux remarquables récents, et la structuration de travaux sur les algorithmes offre désormais des approches prometteuses. Les méthodes numériques en

sciences sociales et en humanités numériques ont aussi progressé considérablement, tant dans les corpus que dans les ressources de calcul mobilisées, et il n'a pas été possible de rendre compte ici de toutes les dimensions et de tous les débats au sein des humanités numériques, ce qui aurait orienté l'ouvrage vers la méthodologie.

AVIS AU LECTEUR

Le numérique bouge vite, les recherches aussi. Le groupe Facebook « Sociologie du numérique » vous invite à nous signaler tout nouveau concept, étude de terrain ou recherche au fur et à mesure de leur publication. Modéré par l'auteur, ce groupe permettra à la prochaine édition de notre ouvrage d'être toujours le manuel de référence.

N'hésitez pas à vous connecter à l'adresse suivante :
https://www.facebook.com/groups/2284237458334154/

1. https://www.youtube.com/channel/UCwiAhOoT2T277XFvSm6Qp1g/videos

Introduction

De la « révolution numérique » à l’amplification

Nul ne saurait dire que le numérique n’est pas pensé, n’est pas ausculté, n’est pas diagnostiqué comme phénomène majeur de notre temps. Mieux même, tout le monde a son avis sur la question et ne se prive pas de l’exprimer et de le publier. Amis des controverses, réjouissez-vous, sur tous les sujets, sur toutes les questions, des plus banales (les jeux vidéo créent-ils de l’addiction ?) aux plus pointues (pourquoi IPv6 n’est-il pas encore implémenté partout ?), les débats prolifèrent. Sans doute d’autant plus activement que ni les utilisateurs ordinaires ni les citoyens n’ont de prise sur la plupart des grandes décisions, adoptées dans ces laboratoires de la « sub-politique » qu’Ulrich Beck [1992] avait décrits. Le sociologue, qui a pris l’habitude de décrire les enjeux d’une société déjà faite, ses structures et d’en faire le diagnostic se trouve privé de son monopole d’expertise. Non seulement tout le monde parle à sa place et produit des analyses sociologiques en diable, mais les gouvernements n’écoutent guère, dépassés qu’ils sont par un phénomène sans frontières dans lequel des acteurs puissants finissent par prendre des décisions à leur place, quand il est encore possible de savoir qui a pris la décision !

La sociologie de la société déjà faite a d’autant plus de mal à produire la carte de cette « structure sociale du numérique » que le changement permanent et l’innovation furieuse semblent y régner. Suivre pas à pas les progrès de la diffusion des portables ou les pratiques de la lecture numérique, par exemple, s’avère rapidement épuisant et de peu d’intérêt scientifique tant de nouvelles techniques apparaissent, de nouveaux acteurs, de nouveaux modèles économiques qui invalident les catégories mêmes produites pour les penser. Autant la sociologie classique était devenue l’auxiliaire de l’État dans sa volonté de bien garder le troupeau humain à l’aide des sciences sociales, autant la sociologie de ces innovations

constantes se trouve condamnée à sauter d'un nouvel objet à l'autre, pensant trouver à chaque fois la clé du changement radical en cours. Pourtant, depuis le Minitel jusqu'à Second Life en passant par Myspace, la technologie ATM, la domination de Nokia ou encore le réseau de satellites Iridium, tous se révèlent de fausses pistes, mais seulement après coup car personne n'eut pu le prévoir tant l'enthousiasme (« *hype* ») était grand lors de leur lancement.

S'il faut donc préférer une sociologie de « la société en train de se faire » [Latour, 2006], ce n'est pas pour céder à cette course à la nouveauté ni pour reprendre sans cesse la guérilla entre technophiles, pour qui des lendemains radieux sont annoncés à chaque lancement de produit, et technosceptiques, pour qui la société ne varie pas malgré l'écume de ces buzz qui ne modifient rien à la structure inégalitaire du monde.

Cependant, si l'on prétend, comme le fait cet ouvrage, aider à s'orienter dans le phénomène numérique, il faut bien rendre compte de tous ces discours, qui trouvent tous leur expression dans le monde scientifique, des plus naïfs aux plus critiques, des plus descriptifs de l'état de la société aux plus théorisés sur le statut anthropologique du numérique. Dès lors, il devient difficile de ne pas refaire toute la sociologie de tous les domaines, car le numérique a ceci de particulier qu'il est « pervasif », c'est-à-dire qu'il pénètre toutes nos activités, des plus intimes aux plus collectives. Sans doute est-il même difficile d'en parler en termes de « système technique » comme auraient pu le faire Maurice Daumas [1962] ou Bertrand Gille [1978], car le numérique n'est en rien localisable comme l'irrigation ou la machine à vapeur. À la rigueur, la mutation vers la notion d'écosystème pourrait rendre compte de cette pervasivité, avec l'avantage (et le risque) de permettre de peupler la description de toutes les entités productrices ou affectées par le phénomène.

Pour éviter cette tentation encyclopédique, nous devrons sans cesse faire des choix et des paris. Nous serons cependant guidés par deux principes :

1. Le numérique agit avant tout comme amplification, ainsi que l'a montré Elisabeth Eisenstein [1991] pour l'imprimerie. Tout peut être affecté par le numérique et potentiellement les tendances lourdes comme les signaux faibles peuvent s'en trouver amplifiés. Mais tous ne sortiront pas gagnants, et certains processus sociaux, certaines organisations, certaines pratiques, certaines techniques trouveront leur chance et d'autres leur perte.

2. Le numérique fait quelque chose en propre qu’il faut pouvoir repérer dans chaque situation. Si les tendances sont reproduites et amplifiées, elles ne le sont pas toutes de la même façon parce que le numérique possède des qualités propres qui le rendent capable de nous faire agir autrement. Et ces qualités lui sont spécifiques, quand bien même il est profondément évolutif et adaptable. Afficher ces spécificités selon nous, dès le début de cet ouvrage, permettra au lecteur de savoir quel angle de sélection des questions et des travaux est adopté.

Le précédent de l’imprimerie : entrer dans la technique

Elisabeth Eisenstein [1991] a publié son ouvrage *La révolution de l’imprimé* (*The Printing Revolution in Early Modern Europe*) aux tous débuts de la révolution numérique. Certains pourront y voir à nouveau une preuve qu’on ne pense bien que les phénomènes qui disparaissent, si tant est que l’imprimé puisse disparaître. Mais cet ouvrage est surtout significatif de la tendance grandissante des historiens à rendre compte avec précision de la vie matérielle de nos sociétés, en suivant de près tous les choix techniques qui sont faits lors du cycle de vie de ces innovations. Et de remarquables ouvrages sur le téléphone, le train, l’électricité, la photographie, etc. constituent désormais un solide stock de connaissances dans le domaine des « *Sciences and Technologies Studies* ». C’est à Elisabeth Eisenstein que nous emprunterons le concept d’amplification qui se veut une formulation plus modeste de ce qu’elle désigne malgré tout comme une révolution. Comme le terme sera abondamment utilisé aussi pour le numérique, sa façon de penser une telle révolution comme amplification nous paraît particulièrement adaptée, bien loin de tous les modèles, français notamment, de la table rase. C’est donc à un exercice d’histoire parallèle que nous allons nous livrer en introduction, rapprochant peut-être abusivement deux technologies, alors que d’autres auraient pensé plus pertinent de rapprocher électricité et numérique. Mais l’approche conceptuelle de E. Eisenstein emporte l’adhésion et justifie la comparaison avant tout du point de vue de la méthode. Dominique Cardon [2019], dans son livre *Culture numérique*, reprend d’ailleurs la comparaison avec l’imprimerie.

Dater une révolution semble parfois aisé sur le plan politique, mais n’a rien d’évident sur le plan technologique. La date de 1440 environ semble la plus communément admise pour l’invention de l’imprimerie par Gutenberg. Pourtant, l’existence de l’imprimerie est attestée en Chine depuis le IXe siècle sur des plaques de bois, sur des rouleaux ou en Corée avec des caractères de porcelaine depuis le XIe siècle et en métal depuis 1234. De quelle imprimerie parlons-nous alors ? Pourquoi l’une fait-elle révolution et l’autre diffusion

ordinaire ? Il faut alors entrer dans l'analyse technique même. L'imprimerie de Gutenberg suppose du papier, invention elle-même chinoise connue depuis le début de notre ère et donc non décisive ici. Ce papier est présenté sous forme de codex (feuilles reliées), déjà inventé en Europe au début de notre ère aussi, mais qui n'a jamais supplanté les rouleaux en Chine ou en Corée, ce qui peut expliquer une partie de la difficile industrialisation du procédé.

Car c'est bien cela que Gutenberg invente, l'industrie de l'imprimerie, grâce à l'usage de la presse. Une presse bien connue des vignerons mais qui, déplacée vers le monde de l'imprimerie, permet de passer au stade quasi industriel (il faudra encore bien d'autres conditions pour y parvenir). Un principe technique, l'impression, ne gagne finalement en pouvoir social que par sa reprise et sa traduction en « mode de production », aurait dit Marx. Mais cette réinvention ne peut en rien expliquer à elle seule le succès public d'un procédé qui serait resté l'apanage des professionnels.

Pendant 50 ans en effet, après la publication en 1454 de la Bible dite « B42 » par Gutenberg financé par Fust qui laissera l'inventeur ruiné, les livres imprimés ne feront que reproduire le plus exactement possible les qualités des livres réalisés par les scribes et fameux notamment pour leurs enluminures. C'est seulement en 1500 qu'un imprimeur vénitien, Aldo Manuce, invente le caractère mobile (et non plus des plaques), conçoit une nouvelle police « italique » qui n'a plus rien de l'écriture gothique des scribes et réduit la taille des livres à des formats *in octavo*, nettement plus aisés à transporter. La période des incunables prend fin seulement à ce moment, et le livre commence alors à se diffuser massivement car ses coûts sont aussi réduits. Voilà un excellent témoignage de ce que Jacques Perriault [1989] appelle « l'effet diligence », pour montrer à quel point les premiers temps d'une innovation reprennent tous les schémas techniques et organisationnels des pratiques précédentes en les transposant seulement sans réellement les traduire (comme ce fut le cas pour le train, entièrement pensé comme motorisation d'une diligence). La réinvention [Rice et Rogers, 1980] ou la traduction [Akrich, Callon et Latour, 2006] de l'invention « imprimerie » semble porter sur des détails techniques ; ce sont pourtant eux qui feront changer le cours de l'innovation et lui donneront tout son pouvoir d'amplification. De façon intéressante, pour penser le numérique, à la fois la mobilité et la recombinaison (des caractères) d'un côté et la

portabilité (des ouvrages) de l'autre vont devenir les qualités essentielles de l'imprimé qui assureront sa propagation.

Le lecteur se sera pris au jeu, espérons-le, de notre histoire parallèle et aura déjà fait quelques rapprochements avec l'histoire du numérique, sur laquelle nous reviendrons plus en détail.

Pour comprendre la révolution numérique que nous connaissons depuis le XXIe siècle, il faut revenir à des préalables techniques que d'aucuns pourraient considérer comme révolutionnaires à eux seuls : les machines à calculer de Pascal et de Leibniz, celle de Babbage et enfin la machine de Turing en 1936 (machine logique avant tout) qui définit ce qu'est un algorithme et qui fonde toute l'informatique contemporaine avec l'architecture des ordinateurs définie par Von Neuman. Tout cela n'aurait pu être matérialisé sans les diodes de Fleming en 1904, le transistor des Bell Labs en 1954 et le circuit intégré sur silicium de Kilby et Noyce en 1959. Mais ce serait alors oublier qu'il fallait des réseaux qui ont, eux aussi, une longue histoire depuis le télégraphe optique de Chappe, le téléphone de Bell, la radio de Marconi, jusqu'à l'Internet de Cerf et Kahn, qui fera la connexion entre tous les types de réseaux avec un protocole simple (TCP-IP) adapté à un réseau distribué, contre celui des télécommunications avec leurs centraux. Des machines et du calcul, des réseaux, tout cela aurait pu suffire à l'informatique professionnelle, même adaptée au grand public grâce aux interfaces graphiques que Steve Jobs et Apple reprennent à Xerox au début des années 1980 pour en faire la micro-informatique.

Mais la connexion des contenus eux-mêmes ne fut faite que grâce à Tim Berners-Lee et Robert Caillau, au CERN de Genève, qui proposèrent en 1990 le protocole HTML pour identifier toutes les ressources (URL) sur ce qui devint alors le *World Wide Web*. Pendant près de 40 ans, les machines s'étaient échangées du code et des adresses qu'il fallait apprendre pour pouvoir programmer et s'orienter sur les réseaux. Désormais, un simple balisage des textes les rendait accessibles en clair, ce que les moteurs de recherche comme Google rendront tellement performants que nous attendons tout d'eux pour nous guider dans les informations. Et pourtant, durant les années 1990, il se parlait du Web comme d'une immense bibliothèque, que l'on rêvait d'indexer parfaitement (avec le Web sémantique de Berners-Lee encore), et les institutions aussi bien que les médias affichaient leurs contenus avec tout le contrôle et la rigueur nécessaires de leurs politiques éditoriales, calquées sur leurs documents

papier. Micro-informatique + Web 1.0 n'étaient en fait que les diligences du train et de l'automobile ou les incunables de l'imprimé, la reproduction d'un pouvoir de diffusion d'autorités s'adressant à une frange éduquée et équipée du public qu'il fallait étendre pour résorber la « fracture numérique ». En moins de dix ans, ce modèle a été radicalement balayé, puisque c'est désormais le couple téléphone portable + Web 2.0 qui a pris la relève et inondé le monde entier. Le nombre d'abonnements de téléphones portables a dépassé celui des personnes dans le monde en 2016 (100,7 %) et continue à progresser (103,6 % en 2017), avec accès à Internet pour 62 % d'entre eux en 2017 [International Telecommunication Union, 2018a], même si seuls les trois quarts de l'humanité (76,4 %) possèdent un téléphone portable en 2017 [International Telecommunication Union, 2018b, p. 12].

Mais il serait alors légitime de se demander s'il s'agit encore de la même révolution, si nous n'avons pas en fait assisté à des embranchements technologiques qui ont tellement réinventé la technique d'origine qu'elle n'a plus grand-chose à voir. Et pourtant si : les algorithmes qui permettent le calcul sur des puces de silicium sont toujours au cœur de ces techniques de masse et le principe de la commutation des messages par paquets sur un réseau sans coutures (interréseaux, Internet) reste l'organisateur de tous les trafics de données de toutes natures. Car tout contenu informationnel est désormais traité à la même mesure, celle des 0 et des 1, celle des paquets : données, texte, voix, son, images fixes ou animées, cette convergence a définitivement rompu les frontières préexistantes entre informations. Le Web 2.0 résume souvent abusivement un ensemble de changements techniques qui vont tous dans le sens d'une contribution élargie à tous : des architectures *peer-to-peer* à la place des clients-serveurs, des sites dynamiques car devenus des « *Content Management Systems* » qui permettent surtout de mettre en valeur du « *User Generated Content* », des réseaux haut débit et mobiles qui permettent de rester toujours connectés, un Web dit social à travers des plateformes de réseaux sociaux qui valorisent les contributions et les contacts de chacun…

Les années 2000 voient émerger une activité quotidienne de publication de masse sur de nouveaux terminaux qui touche la grande majorité de la population et sort l'informatique et les réseaux de leur monde professionnel. La portabilité et la combinatoire qu'Aldo Manuce avait introduites pour l'imprimerie et qui la rendirent populaire sont ici aussi des clés du succès, parce qu'elles permettent une nouvelle alphabétisation numérique du plus

grand nombre qui nous fait changer d'échelle. Cet enjeu du changement d'échelle est sans aucun doute le terme clé de la pensée de Marshall McLuhan [1964], bien plus que le « village global » pour lequel il fut à juste titre critiqué. Lorsqu'il énoncera cet aphorisme selon lequel « le message, c'est le médium », c'est à cela qu'il faisait référence, malgré toutes les interprétations divergentes qui font le succès de ce genre de formules. La connexion simultanée créée par l'électricité puis par la télévision constitue le message indépendamment de ce qui peut circuler comme informations. Les membres d'un territoire toujours plus large, et finalement l'humanité entière, se retrouvent connectés en permanence, et ce seul fait change leur rapport à leur propre condition humaine.

La révolution numérique atteint dans les années 2000 ce seuil qui fait changer d'échelle, qui la fait déborder des mondes techniques et professionnels et des utilisateurs éduqués pour toucher toute l'humanité, avec des inégalités et des délais certes, mais à une vitesse inégalée par rapport aux autres innovations (de 2,2 milliards d'abonnements mobiles en 2005 à 7,8 milliards en 2017 !) [International Telecommunication Union, 2018a]. Elle n'a pas encore atteint sa pleine mesure puisqu'une majorité des téléphones portables ne donnent pas encore accès à Internet et donc à la connexion permanente de données permise par toutes les applications désormais disponibles. Mais le seuil est franchi et si nous l'avions pronostiqué [Boullier, 2001], sa rapidité nous a malgré tout surpris.

C'est pourquoi le changement d'échelle nous contraint à penser la « société faite » qui permet de voir comment chaque secteur, chaque strate, chaque organisation ou chaque processus évolue et se transforme dans ce mouvement pervasif. Mais le changement d'échelle nous oblige aussi en permanence à nous demander ce qu'il fait en propre, en quoi il nous change, en quoi il augmente certaines tendances plus que d'autres, avec toute l'incertitude qu'il introduit, comment il augmente cette « société en train de se faire ». Michel Foucault [1966] l'aurait sans doute dit autrement en termes de dispositifs : quel énoncé peut-il être associé à cette matérialité qui nous envahit ? Énoncé étant bien compris comme programme, comme cadre de pensée et d'action encapsulé dans les techniques. Cependant, et c'est là aussi une révolution, la lisibilité des énoncés de ces dispositifs, tels que Foucault en a fait la généalogie, n'est plus aussi évidente ; elle est proliférante, non seulement en raison du manque de recul, mais aussi de la plasticité des techniques en question, qui peuvent amplifier des tendances

contradictoires. Nous verrons cependant qu'il n'est pas anodin que l'amplification permise par le numérique, qu'il faut dire aussitôt « numérique en réseaux », se soit surtout portée sur la finance et sur la pornographie, si l'on étudie les secteurs d'activité qui ont connu la plus grande transformation et tiré les plus grands bénéfices de cette révolution. Il serait alors aisé de relier ces phénomènes à une focalisation des désirs particulière à notre époque, ou seulement particulièrement amplifiée.

L'histoire de l'imprimerie nous servira encore un peu de repère pour décrire avec plus de finesse les composantes de la révolution numérique. À la décrire à grands traits et à la résumer à des noms d'inventeurs, comme nous venons de le faire, nous prenons le risque en effet de reproduire la saga mythique de toutes les innovations, alors que le numérique est un exemple parfait des nécessaires reprises, bifurcations, traductions et trahisons qui font l'histoire de toute innovation et ses conditions de félicité.

Lire

Lorsqu'on évoque l'imprimé, c'est à l'activité de lecture que l'on fait aussitôt référence puisque c'est cette dimension qui marque la vie quotidienne. Or tout le monde ne sait pas lire. La taille des publics varie en fonction de l'alphabétisation, mais l'imprimé va constituer une extension considérable du domaine de la lecture. Le premier changement d'échelle introduit par l'imprimé porte sur le nombre de lecteurs. L'accès aux livres manuscrits était rare puisque leur copie manuelle limitait leur reproduction et de ce fait leur circulation. Les lecteurs savants devaient circuler entre les abbayes pour avoir accès aux documents qu'ils cherchaient.

Lorsqu'en 1517, Luther publie ses 95 thèses sur le portail de l'église du château de Wittenberg, il ne touche qu'un petit public mais leur impression finira, elle, par atteindre 300 000 lecteurs en 3 ans, estime E. Eisenstein. Là encore, changement d'échelle qui a pu déterminer le sort d'une hérésie par rapport à celles, nombreuses, qui l'avaient précédée. Certains lecteurs, comme le clergé, avaient pu gagner un statut de « point de passage obligé » pour donner l'accès aux textes par une lecture publique devant un public illettré. Cette lecture à haute voix était d'ailleurs la norme, même individuelle, jusqu'au milieu du XIIe siècle, ainsi que le rapporte Ivan Illich. La lecture silencieuse prépare la possibilité d'une véritable lecture solitaire, mais l'absence d'accès aux livres limite sa diffusion. Or, tout cela va changer avec l'imprimé, qui contribuera à miner le monopole des lecteurs du Livre que possédait le clergé : chez les protestants, le père se fera un devoir de lire la Bible lui-même à tous les membres de sa famille et deviendra en quelque sorte lui aussi un interprète du texte, ce qui ouvre potentiellement à DES lectures et non plus à la seule lecture autorisée par les clercs.

La lecture savante fut aussi affectée par cette large mise à disposition d'ouvrages. En quoi peut-elle vraiment devenir savante, et fonder, grâce à l'imprimerie, la possibilité même de l'activité scientifique ? Tout repose sur la discussion des documents, qui auparavant ne pouvaient que très difficilement être mis en relation ou confrontés entre leurs versions. Désormais, toute la connaissance d'un domaine au moins, pouvait être

rassemblée et confrontée, les thèses des uns discutées grâce à une vision globale d'une œuvre ou d'une question : « l'effet synoptique » qu'analyse E. Eisenstein constitue l'une des conditions matérielle et cognitive de l'émergence de la science en tant que savoir cumulatif mais aussi en tant que discussion. L'exégèse fut d'ailleurs au cœur du travail de Luther lui-même pour la Réforme, à partir d'une critique des différentes traductions. Cette médiologie des conditions de lecture, attentive à toutes les médiations qui rendent possible la circulation des savoirs, doit nous guider pour penser le numérique.

Car le numérique aussi entraîne un changement majeur de nos conditions de lecture. L'accessibilité (en principe) de tous les écrits (et aussi des contenus multimédias) produits dans le monde, change considérablement les conditions de circulation des connaissances. La communauté scientifique qui était déjà supposée internationale, le devient désormais directement par un accès aux travaux qu'elle veut d'ailleurs de plus en plus ouvert, contre les rentes des éditeurs qui, comme les copistes et les clercs de la Renaissance, voyaient leur monopole et leur contrôle d'accès menacé. L'effet synoptique y est d'autant plus démultiplié par les réseaux car désormais un effet synchronique s'y ajoute : les publications disponibles immédiatement, commentées sans délai par les collègues, accélèrent les échanges et les débats au point parfois d'ailleurs de produire des effets pervers de précipitation pour doubler ses collègues-concurrents. Cette synchronisation touche même tous les lecteurs ordinaires, qui sont désormais tous alertés, dans la seconde même, s'ils sont sur Twitter ou sur les sites de presse, de tout événement, du plus insignifiant au plus important, ce qui provoque cet effet de « *high frequency* » généralisé et calqué sur le modèle des marchés financiers. Mais cette synchronisation des publics à l'échelle mondiale rend possible par exemple la participation à la révolution arabe par procuration puis pour son propre compte dans son propre pays, et cela change tout dans les rythmes de l'espace public.

Cependant, il convient de ne pas oublier que le succès du numérique dépend aussi de l'alphabétisation non seulement à la lecture mais aussi à l'utilisation des techniques numériques, terminaux et interfaces, qui ajoutent une barrière supplémentaire. Les modes de lecture appris avec l'imprimé, et décrits de façon détaillée par François Richaudeau [1984], sont ici recomposés, redistribués. Les lectures au long cours semblent disparaître si l'on prend comme repère l'unité documentaire sensible mais

dès lors que l'on s'intéresse aux parcours, construits de lien hypertexte en lien hypertexte, quelque chose comme une lecture de longue haleine se manifeste. Mais il est vrai que ces liens ne disent pas où ils conduisent et que la linéarité du texte imprimé, bien que rythmée par des chapitres ou des paragraphes, s'en retrouve perdue. C'est alors l'occasion de profiter des occasions, d'associer des univers autrefois séparés par le seul attrait d'un lien qui attire l'attention et qui provoque une lecture faite d'opportunités ou de « *serendipity* ». Au-delà de la lecture, dans cet écheveau de liens, nous entrons dans une « outre-lecture » [Ghitalla *et al.*, 2003]. Là où l'imprimé avait dissous la séquence orale, son irréversibilité et sa captation de l'attention si particulière, comme l'a si bien décrit Régis Debray [1991] qui oppose logosphère et graphosphère, le numérique introduit une connectivité foisonnante qui change tout le régime d'attention, ce qui ne manque pas d'inquiéter certains.

Et cela d'autant plus que la convergence technique et l'accès facilité à des contenus numériques favorisent depuis les années 2000 une omniprésence de l'image, qui était prévisible car elle constitue le vecteur d'information par excellence pour toutes les populations non alphabétisées ou mal à l'aise avec l'écrit. C'est donc bien d'un nouveau type de lecture dont il s'agit, mais sans doute pas celui de la vidéosphère que décrit R. Debray car la délinéarisation change tout en permettant une navigation dans les contenus indépendante du flux.

Voir

C’est pourquoi il est nécessaire de faire une place spécifique au statut des images dans les deux univers, d’autant plus qu’E. Eisenstein elle-même insiste sur la révolution des images qu’a représenté l’imprimé. Elle transforme ainsi profondément la vision naïve de la révolution de l’imprimé, celle qui le fait reposer uniquement sur la reproduction des textes écrits. En effet, deux grands cadres de pensée vont voler en éclats sous l’influence de l’imprimé par la circulation des images qu’il permet. Dès 1543, Vésale publie un traité d’anatomie, *De humani corporis fabrica*, dans lequel les images des écorchés tiennent une place prépondérante. Or, ce geste provoque un basculement vers une représentation des intérieurs qui sort des interdits et ouvre la voie à une connaissance scientifique, permise par l’audace qui consiste à autopsier les cadavres. L’humain ne possède plus un intérieur fait d’âme invisible mais peut être observé au même titre que les autres animaux et peut faire l’objet d’un inventaire rendu visible par l’art de Vésale et surtout par celui de son illustrateur Jan van Calcer, élève du Titien.

Quelques années plus tard, en 1569, Mercator publie son premier atlas utilisant sa fameuse projection qui va faire loi pour la représentation cartographique pendant des siècles. Et, plus subversif, son atlas est imprimé et donc reproductible à faible coût, à la différence des portulans, dont les Portugais préservaient le monopole pour limiter la concurrence dans l’exploration des nouveaux continents. Le geste de Mercator et le support qu’il utilise autorisent, eux, l’exploration de l’espace, des mondes extérieurs inconnus en rendant possible la circulation des savoirs. Pour reprendre les catégories de Peter Sloterdijk [2002, 2005, 2010], ce sont bien les intérieurs et les extérieurs de ces sphères que sont le corps et la Terre qui sont redéfinis, représentés et reproduits sans contrainte. La modernité est bien là, dès lors que l’on combine l’imprimé avec ces images, car c’est leur circulation qui fera le travail d’unification d’un cadre de pensée devenu depuis naturel.

Il n’est pas inutile de rappeler que la première convention, décisive pour la modernité et pour l’esprit scientifique, fut l’introduction de la perspective

par Brunelleschi en 1415 et, pour sa théorie, par Alberti en 1435 et son traité *Della pittura*. La perspective n'avait pas besoin de l'imprimerie pour révolutionner tous les arts graphiques et visuels mais elle fut considérablement servie et amplifiée par la diffusion de masse de gravures imprimées reprenant ces conventions. Durant cette période, certes longue de 150 ans, l'univers visuel européen est révisé de fond en comble et l'imprimé le diffuse à tous, et surtout à ceux qui ne savent pas lire. Dès lors qu'elle se propage par la technique de l'imprimé, la puissance des images parvient à forger des cadres de pensée profondément naturalisés et partagés.

Comme nous l'avons annoncé, les images, leur transformation et leur circulation massive sur le support numérique constituent le vecteur le plus sûr de la diffusion de masse d'une culture numérique. La particularité technique du traitement du signal par le numérique tient dans la décomposition en 1 et en 0 qui rend calculable et dès lors recomposable toute représentation visuelle et même toute représentation puisque le son subit le même sort. L'unification sémiotique effectuée techniquement se traduit dans des dispositifs de lecture et de production de plus en plus ressemblants ainsi que dans une grammaire commune de la décomposition/recomposition que nous examinerons en détail. Cependant, ce substrat commun du pixel (unité de calcul de l'image numérique) n'empêche pas les formats de proliférer, rendant impossible une grande partie de la circulation de ces images, contrainte nouvelle par rapport au livre imprimé qui unifiait sans difficulté l'expérience de perception alors qu'il faut toujours y introduire du calcul même pour la stabilité de l'image, qui doit être rafraîchie, pour le numérique.

Cela revient à passer de la raison graphique [Goody, 1979] à la raison computationnelle [Bachimont, 1999]. Cela ne veut pas dire que les valeurs sémiotiques associées soient devenues indifférenciées et que le tableau, le film, la vidéo et la photo soient désormais perçus comme un seul et même phénomène dès lors qu'on les saisit sur un écran. Mais il est vrai que les repères et les frontières sont désormais perturbés, comme se plaît à le montrer l'art contemporain et comme peuvent s'en désoler certains éducateurs, qui sont bien conscients que dans le même temps aucune alphabétisation sérieuse à l'image et à tous ses avatars n'a été mise en place. Le pouvoir des images, amplifié par leur circulation et leur mixage numériques, ne trouve donc face à lui que des spectateurs prêts à se laisser séduire ou à ne rien voir.

C’est tout au moins ce que l’on croit, mais qui se révèle bien différent si l’on abandonne cette idée du spectateur pour admettre l’émergence d’une génération de consommateurs d’images devenus producteurs d’images, comme nous le verrons. Mais n’oublions pas que ces conventions construites sur la longue durée ont la vie dure. Lev Manovich [2001] a montré comment le numérique était tissé par un entrecroisement des traditions de l’imprimé (*cf.* la « page » Web), de l’audiovisuel (les zooms et avances rapides) et des panneaux de commande (les boutons ou indices actionneurs présents partout). Amplification ne veut pas dire, rappelons-le, table rase mais bien recombinaison à une échelle nouvelle de tous les potentiels préexistants, produisant ainsi de nouvelles configurations médiatiques et le dépérissement de certaines formes. Il nous semble même que l’on peut attester désormais de l’émergence d’un nouvel « appareil », au sens où Jean-Louis Déotte [2001] qualifiait la perspective, celui de l’immersion.

Les jeux vidéo font de ce point de vue figures de pionniers, sur des populations certes spécialisées jusqu’à peu, mais qui s’étendent rapidement et qui forgent ainsi les cadres de perception de demain. La perspective avait devancé l’imprimé qui lui avait donné toute sa popularité, le numérique fait de même pour l’immersion, favorisant ainsi sa dimension multimédia (puisque tous les signaux sont traités de la même façon et le son sera décisif pour provoquer l’immersion).

Le changement que Panofsky [1927] avait détecté à la Renaissance depuis l’espace agrégat du Moyen Âge (sans profondeur) vers l’espace analytique de la perspective moderne, se rejoue aujourd’hui avec l’immersion : alors que les modernes se sont perçus comme extérieurs en ordonnant le monde de leur unique point de vue (ce que la perspective instrumentalise parfaitement), l’immersion annonce la panne du modernisme et la nécessité de nous penser nous-mêmes comme étant à l’intérieur, ainsi que Sloterdijk [2010] l’a proposé, rejoignant en cela Latour [1992] dans son anthropologie des modernes. Le numérique permet ainsi, non pas d’augmenter la seule maîtrise moderne comme on le pense souvent, mais aussi de rendre possible la récupération de tous ces liens (dont est fait le Web) pour nous penser à l’intérieur.

Écrire

Mais ces « révolutions » du lire et du voir sont finalement moins décisives que celle de l'« écrire ». E. Eisenstein insiste beaucoup là-dessus pour l'imprimé, comme Lawrence Lessig [1999] pour le numérique avec le *Read Write Web*. En quoi cette mutation affecte-t-elle en profondeur toute notre organisation sociale ?

Avant l'imprimé, les scribes accomplissaient un travail lent et minutieux de copie, principalement dans les abbayes, qui les regroupaient au sein de *scriptoria* mais ne parvenaient pas à une production très élevée. La rareté de la main-d'œuvre et son contrôle par l'Église renforçaient encore la difficulté à publier pour un auteur. Avec l'imprimé, la prolifération des auteurs fut impressionnante sans qu'aucune sélection véritable soit mise en place. Ainsi, tout était publié, aussi bien les classiques et les œuvres pieuses que les ouvrages d'astrologie ou même de rumeurs, tels ceux de l'Arétin (1492-1556), qui n'aurait pas été dépaysé dans la presse « people » d'aujourd'hui. Cette période de foisonnement ne fut en rien contrôlée par l'Église, qui avait pu penser tirer avantage de la diffusion des textes sacrés. Ce n'est qu'après avoir perçu les risques de la Réforme, portée par l'imprimé, que le concile de Trente (1545-1563) décida d'adopter l'*imprimatur* puis l'index, qui constituaient ainsi une reprise en main finalement très tardive. Le dépôt légal lui-même fut institué en France par François I^{er} en 1537. Une innovation radicale comme l'imprimerie eut donc le temps de bouleverser totalement la division du travail en matière d'écriture et de favoriser l'élan créateur le plus largement répandu. Le lecteur fera d'emblée le parallèle avec notre situation souvent vécue comme « anarchique » en matière de publications.

En imprimant ses 95 thèses qui remettent en cause les dogmes de l'Église et ses pratiques comme les indulgences, les amis de Luther leur assurèrent une diffusion de masse et un grand lectorat, gage de succès de la Réforme. Mais ils permirent de ce fait l'émergence d'un débat qui se termina en guerres, certes, mais qui constitue pourtant le modèle de la discussion que la science et la démocratie portent comme valeur commune. Dans cette

période d'absence de régulation, tout put être discuté et toutes les critiques publiées.

Et cela bouleversa les (« saintes ») écritures elles-mêmes, puisqu'en éditant une traduction en langue vernaculaire (allemand) de la Bible en 1523, Luther fut conduit à remettre en cause les interprétations précédentes du salut : les œuvres réalisées dans ce monde ne pouvaient rien faire pour le salut, seule la foi pouvait sauver les hommes (*sola fide*). Débat certes mais qui changeait d'échelle et de participants car en imprimant cette Bible en allemand, c'était le peuple ordinaire qui se trouvait désormais être enseigné dans sa langue. Les langues européennes prenaient statut légitime face au latin réservé à l'échange sacré et savant. Seules certaines de ces langues obtinrent d'ailleurs ce statut et le seul fait de les imprimer produisit un effet de standardisation au sein de la communauté des locuteurs, qui fut décisif ensuite pour rendre possible le phénomène national. Sans ces langues vernaculaires écrites et imprimées, pas de mouvement national, pas d'État-nation : sur ce point, les auteurs convergent pour admettre que la condition était nécessaire (mais pas suffisante). Comme on peut le voir, cette révolution technique rebat les cartes du monde commun, à la fois dans le sens de l'amplification des divergences (théologiques ou linguistiques face au latin) mais aussi dans le sens de la convergence (au sein des langues elles-mêmes et à travers la participation plus large d'un « public » encore émergent au débat).

Cette histoire trop rapide de la prolifération des écrits grâce à l'imprimé lors de son apparition rappelle évidemment le moment que nous connaissons avec les réseaux numériques. C'est d'ailleurs sur ce point qu'il est important de noter le changement intervenu depuis les années 2000 : les nouveaux auteurs se sont démultipliés seulement à partir de cette date, avec l'apparition des plateformes de blogs, qui ont permis à chacun de publier sans aucun savoir-faire technique particulier. 156 millions de blogs étaient référencés par Nielsen Blogpulse en 2011, sur des plateformes très différentes, au sein de journaux, de sites de radio (Skyrock est devenu pendant quelques années un leader mondial sur son offre qui a séduit la jeunesse) ou non. Cet apprentissage culturel de l'écriture publique change ainsi l'échelle du rapport à l'écriture et plus exactement à la publication, même si bon nombre d'expérimentateurs s'épuisent vite face à la charge de travail. Mais, chose remarquable, là aussi, tout peut être écrit, du plus politique au plus intime. Serge Tisseron [2002] a parlé d'ailleurs d'une

forme d’extimité déployée sur ces plateformes qui rendaient publiques ce qui, à une autre époque, aurait été considéré comme un journal intime. Laurence Allard [2005, 2014] a forgé le terme d’« expressivisme » pour caractériser cette forme de construction de soi ou de « textualisation de soi », reprenant ainsi la lignée des travaux de Charles Taylor [1999], qui parlait de « l’individualisation expressive ». La publication personnelle n’est cependant pas la règle car l’activité la plus fréquente de tous ceux qui ont un blog ou désormais plus souvent un compte sur un réseau social, consiste à relayer une publication existante ailleurs, soit en la citant, en la pointant, en la commentant ou encore en la combinant avec d’autres publications.

En effet, le « remix » est un régime de publication qui joue un rôle décisif dans cet élan de publication, grâce à la mise à disposition de techniques de composition sophistiquées utilisables par le grand public, et aussi grâce à une période durable de trouble juridique. La musique fut la première affectée, mais les « anims », les séries télé, les textes de toutes sortes comme les programmes informatiques font l’objet de remix à des degrés divers. Grâce à cette prolifération, il fut d’ailleurs possible de constater que toute création repose sur une forme de remix, qu’on appelait intertextualité en termes savants. La déstabilisation des droits de la propriété intellectuelle qui en découle ne fait que commencer, et sans doute faudra-t-il autant de temps pour réglementer cela à une échelle mondiale qu’il en fallut à François I^{er} pour instituer le dépôt légal et à l’Église pour produire l’*imprimatur*. Encore faudra-t-il admettre que la notion même d’auteur n’est plus toujours pertinente lorsque des œuvres entières, comme Wikipédia, sont réalisées collectivement sans revendication de propriété aucune. Les outils coopératifs comme les wiki constituent des modes de production aussi novateurs que les communautés du logiciel libre. Et ce mouvement constitue la référence ordinaire de toute une génération que certains pensent pouvoir traduire en termes politiques plus larges.

Produire

Il est vrai qu'E. Eisenstein montre particulièrement bien comment l'imprimerie fut en réalité la première expérience de production quasi industrielle. Cela supposait des investissements dans des machines et pour cela des capitaux, qui généraient de fait une division du travail et des revenus du travail, dans laquelle les imprimeurs/éditeurs prenaient la plus grande part. Ce couplage étroit entre le travail savant de publication, les centres techniques de production et les capitaux nécessaires provoqua des concentrations intellectuelles et industrielles à la fois. De véritables centres d'échanges savants se créèrent ainsi à Mayence, Bâle, Venise, Anvers puis Leyde et Amsterdam. Les protestants furent parmi les plus actifs dans cette promotion du livre imprimé et leur savoir-faire manqua cruellement en France dès lors qu'ils furent chassés pendant tout le xvie siècle et contraints à l'émigration. De véritables décalages industriels et capitalistiques se créèrent ainsi entre territoires dans ce mouvement lié à l'imprimerie.

La division du travail des ateliers d'imprimerie constitua une première, dépendant de la technicité nouvelle de ce mode de production, qui nécessitait de plus une main-d'œuvre éduquée, qui formera plus tard ce qu'on appellera l'aristocratie ouvrière, le labeur. Les techniques de la presse et celles des caractères mobiles nécessitaient chacune des spécialistes de l'impression et de la composition. Les caractères mobiles faisaient toute la différence avec les techniques d'impression chinoise puisque leur mobilité permettait une composition infinie grâce à la réutilisation des mêmes unités élémentaires.

Cette décomposition en unités élémentaires recombinables sans fin n'est pas sans rappeler la propriété essentielle du code informatique, fait de 0 et 1, traduits en électricité en circuit ouvert ou fermé. L'instruction logique ou le nombre ne sont plus les unités de base, de la même façon que la plaque qui correspondait à la page n'était plus l'unité de base de l'impression. Puissance combinatoire qui crée des conditions économiques particulières de réemploi des ressources et une ouverture au traitement de toutes les données, quel que soit leur statut sémiotique. Sans nul doute, la réduction logique/électrique réalisée par l'informatique et l'électronique

offre un potentiel plus vaste, une amplification des combinaisons qui explique aussi l'incertitude et la vitesse de l'innovation. Cependant, n'oublions pas que la matérialité du numérique n'a pas disparu puisque l'électricité est toujours nécessaire et que les circuits sont aussi « imprimés » mais sur du silicium, heureusement très abondant sur terre. De ce fait d'ailleurs, ce n'est plus la disponibilité des ressources naturelles qui organise la distribution des espaces de production. Comme pour l'imprimerie, ce sont bien des centres intellectuels qui se couplent avec des centres industriels qui dessinent la nouvelle géographie productive du numérique. L'histoire de la *Silicon Valley*, au sud de San Francisco, devenue le modèle que tous les pays tentent de copier, rappelle bien que sans l'université de Stanford et son initiative de parc industriel en 1951, il n'y aurait eu aucune raison sérieuse de localiser à cet endroit le futur centre mondial des innovations numériques, malgré la présence de Hewlett-Packard dès 1937 dans son garage mythique à Menlo Park. Ce modèle faillit même disparaître à la fin des années 1980.

Alors que la *Silicon Valley* produisait et inventait à la fois des microprocesseurs (Intel en 1967) et des interfaces graphiques (Xerox en 1970), c'est pourtant ailleurs que naquit le Web (au CERN, à Genève, autre centre intellectuel original). Mais les développements décisifs pour exploiter le Web (moteurs de recherche et annuaires) naquirent quand même de la *Silicon Valley* dans les années 1990 (Netscape, Yahoo) et Google y fonda son empire pour redonner un nouveau souffle à tout ce secteur. À part Bangalore, en Inde, lui aussi appuyé sur des instituts de formation de très haut niveau, ou Séoul, en Corée, deux pays dont les économies sont nettement plus dirigistes, il n'existe guère de centre équivalent. Cependant, les centres du pouvoir ne dépendent plus nécessairement de leur localisation étroite près de ces lieux d'origine, comme on peut le voir avec la finance (à New York et à Londres) ou avec les médias (*Silicon Alley* à NYC) : deux industries, les médias et la finance, qui dépendent désormais entièrement des capacités du numérique et de ses réseaux et qui semblent de ce fait faire la loi sur toutes nos sociétés, au point de constituer ce que Orléan [1999, 2011] appelle une « économie d'opinion ». La circulation accélérée en est la règle, menaçant même tout principe d'investissement, industriel ou de connaissance, qui suppose long terme et projection dans l'avenir. Cette amplification-là n'est en rien inscrite dans le numérique

« intrinsèquement », de même que la Réforme n’était en rien inscrite dans l’imprimerie.

À tous égards, les conséquences de la Réforme et celle de l’économie financière affectent aussi profondément le cours de l’histoire et c’est seulement en tant qu’amplificateurs que l’imprimerie et le numérique y jouent un rôle, sans les avoir déclenchées en rien. Dans le même temps, le numérique permet en effet d’amplifier aussi les tendances contraires : la révolution scientifique saura bénéficier des potentiels de l’imprimerie tout autant que la Réforme, le logiciel libre et ses réseaux coopératifs inventent, en couplage étroit avec les propriétés du numérique, des modèles radicalement différents de ceux de l’économie d’opinion.

Manipuler, faire

Mais loin de ces grands enjeux historiques s'expérimentent aussi au quotidien des changements profonds de nos relations avec notre environnement technique, au temps de l'imprimerie comme au temps du numérique. Manipuler le livre imprimé ne présente pas pour le lecteur du XVe siècle une grande différence avec les manuscrits puisque le codex était déjà la règle (mais en Europe et non en Asie). Pourtant, dans le siècle qui suivit l'introduction de l'imprimerie, de nouveaux formats de publication émergent qui changent plus profondément cette expérience de lecteur. Les livres deviennent portables comme nous l'avons dit, quasiment dans la poche déjà, ce qui change considérablement les postures et les moments de lecture. Mais l'organisation interne des documents imprimés évolue aussi pour permettre une navigation plus aisée dans le texte. Les titres, les chapitres, les paragraphes, la pagination et, en lien direct avec elle, les tables des matières permettent de se repérer dans un texte qui jusqu'ici restait un flux continu (à tel point que les blancs entre les mots ne furent introduits qu'au XIIe siècle).

S'orienter dans un ensemble de données toujours plus vaste et commander soi-même son parcours constituent aussi les transformations profondes introduites par le numérique dans la manipulation de nos environnements techniques. Autant le livre imprimé a défini des principes valides uniquement dans le domaine de la publication, autant le numérique a pu modifier notre relation avec toutes les machines, des plus simples (un four) aux plus complexes (un cockpit d'avion). Les moments marquants sont aisément identifiables : l'introduction du Wysiwyg (« *what you see is what you get* »), inventé en 1974 mais popularisé par le MacIntosh d'Apple, a permis enfin d'accéder par des interfaces dites graphiques à la manipulation directe des contenus à publier ou des actions à mener, sans passer par l'écriture de commande en code informatique. Amplification du couplage homme-machine qui débouche sur une amplification radicale du public concerné, puisqu'enfin des usagers non informaticiens peuvent commander des machines numériques. La souris d'Engelbart était un élément clé du dispositif mais on voit désormais avec les interfaces tactiles

que ce n’était sans doute qu’un moment provisoire vers un couplage encore plus direct avec le corps. Les jeux vidéo expérimentent d’ailleurs d’autres types de couplage fondés de plus en plus sur le geste ou sur la commande vocale : l’écriture au sens classique du terme semble condamnée à se réduire à des usages professionnels ou savants car la médiation qu’elle introduit reste trop lourde ou trop lente. La tendance vers l’immersion, déjà évoquée, touche aussi toutes les interfaces et fait l’objet de toutes les attentions, des plus banalisées (la 3D) aux plus étonnantes (les hologrammes et la réalité virtuelle), voire aux plus inquiétantes (les commandes neuronales). La sociologie, en tant qu’elle est aussi anthropologie, ne peut laisser aux ergonomes ou aux sciences cognitives l’analyse de toutes ces évolutions car la répartition des rôles sociaux, les apprentissages, les traces laissées, constituent la société en train de se faire.

Ce que le numérique fait en propre : le calcul et l'incertitude

Ce rapprochement conceptuel entre les amplifications permises par l'imprimé et celles du numérique ne doit pas nous faire oublier les spécificités du numérique. Deux marques essentielles rendent cette « révolution » profondément perturbante : le calcul et l'incertitude.

Les technologies du numérique débouchent certes sur des formes de publication et de circulation des informations, ce qui permet de les rapprocher de l'imprimerie. Mais le point-clé de la mutation réside dans ce que nous avons appelé la décomposition en unités élémentaires, c'est-à-dire en 0 et en 1 pour le numérique. Or, cette décomposition permet le calcul et un calcul qui, avec les algorithmes, peut inclure des formalismes logiques prodigieusement complexes, comme l'avait bien annoncé Turing qui avec sa machine avait démontré que tout problème pouvait être résolu, non pas en termes mathématiques, comme Hilbert en avait lancé le défi, mais en termes algorithmiques, par décomposition des opérations en éléments logiques simples et montage d'un dispositif de trace. Le code devient ainsi une architecture, nous dit Lessig, qui encapsule des dimensions sociales, économiques, juridiques devenues invisibles dès lors qu'elles sont compilées dans des programmes. Voilà qui justifie l'attention portée par les sociologues, trop rarement encore, à ces choix techniques incorporés dans les logiciels, les applications, les plateformes, les réseaux et leur standardisation. Le code informatique rend apparemment tous ces choix opaques pour le commun des mortels, produisant une forme de cette sub-politique déjà évoquée par U. Beck. Mais paradoxalement, l'écriture de ce code, sa conception, le développement des logiciels, les plus « grand public » comme les plus professionnels, nécessitent un travail d'explicitation extrême. En effet, la machine informatique ne connaît que des états définis d'un système, d'une action, d'une situation, qu'il faut parvenir à décrire en unités élémentaires univoques (c'est-à-dire à sens unique, non ambiguës) pour les soumettre au calcul. Nous sommes loin dans ce cas de l'imprimerie, même si par l'effet de publication généralisée,

les sociétés de la Renaissance ont gagné en explicitation et en possibilité de discussion.

Admettons que pour l'instant la discussion sur ces formats, sur ces architectures, sur ces codes, manque cruellement et que cela devient un enjeu de gouvernabilité essentiel. Mais l'explicitation avance sans faiblir, comme chacun peut le constater lorsque les procédures au travail sont décrites de plus en plus précisément pour pouvoir suivre à la trace l'activité de chacun, la compiler et en faire de superbes tableaux de bord pour les managers. La ressource institutionnelle que pourrait constituer l'occasion de débattre des critères d'évaluation des qualités d'un produit, d'un process ou d'un personnel (les trois critères de toute démarche de qualité) est souvent négligée. Il est plus simple de faire appel à des experts qui ont pignon sur rue, comme SAP, pour imposer critères et indicateurs correspondant précisément à ceux déjà intégrés dans le logiciel. La normalisation ainsi réussie se traduit par une explicitation ratée, par un recueil maniaque d'indicateurs aberrants pour des objectifs impossibles à atteindre, ce qui produit le stress que l'on constate dans les statistiques de la santé au travail et des suicides. Là encore, le numérique pourrait amplifier les chances d'explicitation démocratique au sein des entreprises, il amplifie surtout pour l'instant la lisibilité de toute performance à des fins strictement financières. Plusieurs politiques sont ainsi possibles, comme nous ne cesserons de le rappeler, pour fuir par la même occasion toute idée de déterminisme technologique.

De même, les débats politiques reposent de plus en plus sur des données qu'il faut pouvoir maîtriser voire manipuler, tout comme les scores des sondages et autres mesures d'opinion devenues souvent prophéties autoréalisatrices. Les opinions vagues d'électeurs indécis doivent être explicitées, malgré eux, tout comme les indicateurs d'un phénomène complexe comme la délinquance doivent pouvoir être réduits à des retours chiffrés calculables quasiment en temps réel. N'oublions pas que le recensement américain avait nécessité dès 1890 les premières machines à calculer puissantes mais mécanographiques, développées par la compagnie Hollerith devenue par la suite IBM. Machines à calculer, États providence et sociologie se trouvent pris dans une même conjoncture historique qui est tout sauf improbable. L'informatique a toujours marché de pair avec le développement des instruments [Lascoumes et Le Galès, 2005] des États, cherchant à discipliner, aurait dit Foucault, une masse de citoyens qui

toujours échappe et croît. Pourtant, le numérique fournit au même moment des occasions remarquables d'inventer des formes de participation nouvelles, à l'aide de données publiques rendues disponibles par exemple mais aussi sous forme de dispositifs de contrôle permanent par les citoyens. Là encore, autre politique possible et sans doute autre génération de sciences sociales prête à affronter les défis considérables du *Big Data* [Boullier, 2015].

Cet impératif du calcul et de l'explicitation modifie jusqu'aux relations les plus familières. Les indicateurs de performance du blog personnel sont suivis comme les chiffres de diffusion de la presse, les chiffres de e-réputation s'appliquent autant désormais aux marques qu'aux individus et les scores de *matching* des sites de rencontre permettent d'« optimiser » les chances de succès d'une entreprise personnelle, toujours risquée cependant ! L'impératif du calcul se loge jusque dans les chaussures de sport qui déclarent les kilomètres parcourus mais aussi les calories éliminées et toutes les activités humaines donnent lieu à mesure, de plus en plus près du corps, de plus en plus précise, mais aussi souvent de plus en plus publique, circulant à volonté sur des réseaux incontrôlés, comme le font toutes les traces d'activité sur les téléphones portables. Pour réaliser ces calculs, il faut déclarer ses propriétés, ses attributs dans un profil, dans une plateforme sociale, de rencontre, médicale ou de e-commerce. Cette explicitation est un investissement de forme [Thévenot, 1986] qui oblige à se définir bien au-delà des attributs de l'identité légale, mais elle finit par faire partie des habitudes de tout « être connecté », peu soucieux de contrôle dès lors qu'il cherche avant tout des services et des échanges.

Dès lors que ces habitudes de déclaration et donc d'explicitation sont prises, le calcul généralisé, la traçabilité permanente deviennent possibles car ils sont naturalisés, ils constituent une *épistémè*, un cadre de pensée difficile à interroger tant on y baigne. Les enjeux socio-politiques apparaissent alors aisément mais il serait bon de repérer leur généalogie dans les propriétés même du code informatique, sans se contenter de se lamenter sur ses conséquences ou sur la toute-puissance des ingénieurs et des entreprises qui dictent certaines solutions. Alors, les sociologues pourraient contribuer utilement à montrer comment plusieurs politiques du code sont possibles et à inventer les formes démocratiques de leur mise en débat pour produire des politiques des architectures numériques.

L’innovation permanente

Mais il faut bien reconnaître que l’explicitation qui devrait aller de pair avec un débat démocratique et le rendre même plus aisé se heurte à un obstacle majeur. Cette innovation n’en finit pas de muter, elle semble posséder, par son pouvoir combinatoire infini, une capacité de réinvention permanente et inédite. Et tout cela génère une incertitude qui la rend aussi difficilement gouvernable. Mais n’oublions pas, là aussi, que l’incertitude est le trait majeur de notre époque, pour des raisons écologiques (conséquences de la modernisation sur les écosystèmes), financières (spéculations au cœur même du dispositif économique) et politiques (fin des grands systèmes idéologiques de masse) à la fois. L’incertitude du numérique ne fait donc qu’amplifier encore cette incertitude profonde, avec laquelle il faut bien vivre. Mais alors, le caractère moderne de la technologie numérique, censée combler les attentes de tout moderne en matière de contrôle, de surplomb et de purification des faits et des valeurs ne serait pas aussi certain qu’on veut le dire ? En effet, le numérique est tellement porteur d’incertitude qu’il devrait obliger à changer de cadre de pensée, si la plupart des discours technophiles ne continuaient en permanence à lui attribuer des pouvoirs miraculeux et à retarder la mutation culturelle qu’il devrait pourtant porter.

En quoi le numérique introduit-il de l’incertitude ?

La loi de Moore

Le rythme de l’innovation, nous venons de le dire, n’a pas fléchi depuis les années 1970, et tous les dix ans, il est possible d’annoncer une nouvelle génération de solutions. Le moteur de cette innovation constante est double : techniquement, Moore, fondateur d’Intel, a constaté empiriquement que le nombre de transistors des microprocesseurs gravés sur une puce de silicium de taille identique doublait tous les deux ans (et non pas tous les dix-huit mois). Cette loi de Moore, telle qu’elle est désormais connue, dans ses deux versions de 1959 et de 1975, donne ainsi une perspective à la miniaturisation constante, à l’augmentation de

puissance continue pour une consommation d'énergie et un coût moindres depuis plus de 50 ans. Mais cela nécessite désormais 18 fois plus de chercheurs pour garder le rythme [Bloom *et al.*, 2018], même si elle atteint désormais ses limites. Elle est aussi portée par une économie financière qui doit annoncer très régulièrement des innovations dites radicales pour le plus grand bonheur des spéculateurs de tous types et pour attirer des investisseurs dans les entreprises pour des opérations gagnantes rapidement. Mais cette innovation constante entraîne alors une déstabilisation régulière des conventions, notamment des conventions d'usage, ce qui oblige chaque utilisateur à désapprendre ses façons de faire et à se former à nouveau à un système, toujours déclaré plus intuitif mais en réalité exigeant malgré tout des apprentissages. Or, la formation des générations futures a jusqu'ici reposé sur la transmission de savoirs établis maîtrisés par la génération précédente.

Dans le cas du numérique, la génération en place ne peut plus garantir que les conventions et savoirs existants seront encore valides dans dix ans, et quand bien même le pourrait-elle, une bonne partie de ses membres ne sont plus en position de transmettre, ayant perdu pied face aux désapprentissages constants à effectuer et attendant au contraire de l'aide de la part de la jeune génération. Or toute appropriation véritable des innovations demande une forme de stase, de pause pour que l'innovation en question puisse se naturaliser. Dans le cas du numérique, c'est l'incertitude elle-même qui devient la disposition clé à acquérir ou tout au moins la tolérance à ou le goût pour l'incertitude. Avouons que ce programme de formation reste encore à inventer dans les écoles telles que nous les connaissons.

Vivre avec le bug

Plus inquiétant encore, le numérique oblige à vivre avec une incertitude sur ses performances elles-mêmes. En effet, le niveau de complexité atteint dans les systèmes d'information ne peut plus être maîtrisé par aucun autre métasystème qui pourrait jouer le rôle de garant. Gérard Berry [2008] explique clairement à quel point le « bug » n'est ni un produit de l'erreur humaine ni un effet d'une quelconque mauvaise intention ou d'économies abusives sur les coûts de développement. Le bug est constitutif de l'informatique des systèmes complexes. Or tous les dispositifs

informatiques tendent à devenir des systèmes complexes, en raison même de l'augmentation des capacités des processeurs. Évidemment, les conséquences ne sont pas identiques, lorsqu'un jeu de simulation aéronautique « se plante » et quand le système d'information d'un avion véritable, transportant 500 passagers, tombe en panne. Malgré les redondances, qui sont la seule véritable parade en matière de fiabilité des systèmes, rien ne peut garantir qu'un paramètre aberrant ne perturbe pas tous les calculs sans qu'on puisse savoir qu'il est aberrant par exemple (cas de Three Miles Island ou du vol Rio-Paris). Nous atteignons ici une échelle de problèmes qui n'a plus grand-chose à voir avec l'imprimerie, aussi risquée soit-elle ! La seule perspective de long terme devient alors dans ce cas de former à cette incertitude, qui est ici absence de fiabilité absolue conçue comme normale.

La situation complexe que nous évoquions précédemment pour la formation à l'incertitude devient ici épineuse car tout pousse à ignorer voire à dénier cette exigence, et tous les responsables de sécurité le savent bien. Nous disions qu'il était difficile de considérer le numérique comme une technologie moderne, au sens anthropologique que lui donne Bruno Latour [1992], technologie de maîtrise et de détachement. Ici au contraire, la technologie, par son souci d'attacher tous les paramètres d'un environnement donné, génère une complexité qui aboutit à une absence de maîtrise. Les utilisateurs ordinaires de l'informatique l'ont d'ailleurs appris malgré eux, lorsqu'ils admettent, parfois difficilement, qu'il n'y a rien à comprendre à un plantage et qu'il suffit de réinitialiser, sans jamais pouvoir apprendre de ses erreurs, car toujours il doit y avoir une erreur « quelque part ». C'est pourquoi le leitmotiv le plus entendu en entreprise s'énonce comme suit : « C'est la faute à l'informatique », sorte de mantra fataliste, devenu la seule ressource face à l'incertitude profonde des causes et des effets.

Les autorités absentes

Si le numérique génère lui-même un problème de transmission par son caractère évolutif rapide et par ses bugs constitutifs, il remet aussi en cause les codes de transmission par un autre aspect, qui relève plus de l'amplification cette fois. Les autorités établies, politiques, scientifiques, religieuses, familiales notamment, ont depuis des décennies

continuellement perdu en reconnaissance et en pouvoir d'adhésion, dans les sociétés développées tout au moins. L'élévation généralisée du niveau d'instruction peut suffire à rendre compte d'une bonne partie de cette évolution. Mais le numérique, comme nous l'avons dit, amplifie encore la tendance, en rendant possibles des publications d'amateurs qui n'ont pas statut d'autorité mais qui pourtant pourront gagner en visibilité en très peu de temps. Aucune des autorités mentionnées n'échappe à cette diffusion large et épidémique des controverses, des polémiques, des cas litigieux, des pratiques alternatives, mais aussi des *fake news* sur les réseaux numériques.

Il serait naïf de prétendre que le numérique a produit un phénomène commencé dès le lendemain de la Seconde Guerre mondiale, de façon significative lorsque les horreurs des idéologies, des systèmes totalitaires et de la science combinées ont frappé les esprits. Faire appel à un supposé individualisme qui aurait occupé la place est une façon de se rassurer encore en habillant d'un concept une incertitude généralisée sur nos affiliations. Le numérique rend possibles toutes les affiliations et désaffiliations à vitesse accélérée, ce qui sape d'une autre façon la loyauté vis-à-vis des autorités.

L'invisible est ingouvernable

Enfin, signalons une autre dimension du numérique porteuse d'incertitude et qui va directement à l'encontre de l'explicitation évoquée précédemment : l'invisibilité. Il peut sembler abusif de parler d'invisibilité du numérique alors même que nos vies quotidiennes sont envahies par des machines personnelles ou des dispositifs urbains aisément identifiables comme numériques. Mais comme nous venons de le dire à propos du bug, l'invisibilité tient ici au caractère de boîte noire, pour les matériels les plus simples eux-mêmes.

Personne, et parfois pas même les spécialistes, ne peut au bout du compte ouvrir totalement la boîte noire. Et cela d'autant moins que certaines tâches supposées automatisées font en fait l'objet d'une sous-traitance à des armées de précaires pour faire apprendre les algorithmes de reconnaissance d'image grâce à la plateforme de travail d'Amazon, *Mechanical Turk* par exemple, ou encore par le travail invisible fourni par les utilisateurs qui acceptent de reconnaître une image avec les Captcha [Casilli, 2019]. Mais cette invisibilité devient même sensorielle, dès lors que la miniaturisation

atteint un degré aussi élevé. Les puces sont devenues des étiquettes RFID difficilement perceptibles par l'utilisateur. Elles disparaissent même de la capacité de vision humaine en se transformant en nanotechnologies. L'intervention directe sur la structure profonde de la matière pour piloter des appareillages médicaux ou des matériaux par exemple efface totalement l'idée même de technologie conçue comme extériorité, comme prothèse. Son incorporation paraît une tendance industrielle dominante, qui suscite controverses publiques mais absence de débat réel. Or, cette invisibilité était déjà le cas de l'électricité, de certains processus biologiques ou chimiques, de la radioactivité, des ondes électromagnétiques ou encore des OGM. Dans tous les cas, il n'est pas anodin de traiter avec des invisibles. L'explicitation que nous attribuions au numérique bute alors sur une barrière sensorielle qui ne peut être surmontée qu'avec des instruments scientifiques sophistiqués, ce qui veut dire délégation permanente et absolue du contrôle de ces technologies. Toutes ces innovations manipulant de l'invisible ont généré les plus grandes peurs, sans doute irraisonnées pour certaines mais pour d'autres tout à fait légitimes. Et cette mémoire reste et se transpose à toutes les technologies de l'invisible. L'incertitude prend alors à la gorge et peut générer une panique face à la perte de prise sur son monde, qui rend impossible tout débat.

Pourtant, des solutions existent pour aider à reprendre prise sur ces invisibles, mais cela supposerait de passer à une démocratie dialogique [Callon, Lascoumes et Barthe, 2001] qui semble bien difficile à accoucher.

Programme (de lecture)

Le numérique apparaît ainsi porteur de désorientation profonde en même temps que d'aspirations enthousiastes. Il serait prétentieux d'affirmer que la sociologie et notre approche en particulier pourraient résoudre une situation qui doit être considérée largement comme constitutive du numérique. Cependant, les différents angles d'analyse que nous proposons devraient permettre de balayer la plupart des enjeux socio-politiques contemporains. Nous avons fait deux choix que le lecteur doit considérer pour forger ses attentes.

Cet ouvrage est un ouvrage académique, dans le sens où il veut servir aux chercheurs et aux étudiants de guide dans le vaste ensemble de recherche qui a été produit en sciences sociales et en sociologie en particulier, en privilégiant délibérément les recherches francophones. Cela exige de la part de l'auteur comme de ceux qu'il sélectionne un impératif de documentation empirique des arguments employés. Or, le numérique, nous le disions, est un terrain idéal pour tous les prophètes, les cassandres, les commentateurs et les gourous, puisque tout est amplifié et que nul ne sait encore vraiment quels seront les gagnants de cette prolifération innovante. Délibérément, nous écarterons des approches dont les arguments manquent soit d'articulation conceptuelle avec les sciences sociales, soit de documentation empirique élémentaire dans leur argumentation. Pourtant, certains philosophes seront convoqués parfois car nous ne pouvons ignorer la dette des sciences sociales vis-à-vis de la philosophie en ce qu'elle nous oblige à penser nos catégories de pensée.

Cet ouvrage privilégie des objets d'étude parmi tous ceux que le numérique affecte qui sont plus difficiles à commenter sans investigation technique. Nous n'ignorons pas les travaux sur la sociabilité par exemple, mais nous veillerons à faire le tour des enjeux socio-techniques, socio-cognitifs, socio-économiques ou encore socio-politiques pour être sûrs de ne pas trop vite retomber dans la sociologie de comptoir, puisque tout le monde est sociologue et a un avis sur la question de la sociabilité (et beaucoup moins sur la gouvernance d'Internet par exemple). La sociologie doit alors nécessairement emprunter aux disciplines voisines, dont

l’informatique, pour pouvoir être suffisamment précise et technique sur son argumentation. L’ouvrage ne se veut donc pas un commentaire de plus mais une boîte à outils conceptuels pour s’orienter dans un univers en mouvement perpétuel. Ce que nous devons à Bruno Latour et à la théorie de l’acteur-réseau peut ainsi se lire en creux : pour saisir la société « en train de se faire », il ne faut pas hésiter à entrer dans les détails techniques des médiations qui la font tenir et pour cela à suivre les acteurs et les spécialistes qui fournissent les concepts et les clés de cette compréhension. Et en aucun cas, nous ne prétendrons juger la partie avant qu’elle soit finie et que les acteurs eux-mêmes ne le fassent. La pluralité des choix possibles, si souvent déniée dans le modèle moderne du progrès, est particulièrement évidente dans le cas du numérique et doit renforcer encore une approche cosmopolitique des « problèmes » où le chercheur aide à s’orienter non pas en produisant un jugement normatif mais en fournissant le tableau raisonné des arguments et des avenirs déjà présents. C’est en adoptant cette posture qui complexifie tout en rendant plus lisible que nous faisons un choix personnel, qui peut aboutir à un écart significatif avec les façons habituelles de poser les questions.

Le **premier chapitre** sera ainsi nécessairement technique pour mieux saisir les médiations qui ont forgé l’écosystème qui est le nôtre, en adoptant la distance salutaire de l’histoire, malgré la tendance à enfouir dans un passé ringard toutes les tentatives et tous les échecs qui pourtant auraient pu forger une autre composition médiatique de notre monde. L’informatique, les télécommunications, l’Internet et les supports médiatiques, le *Machine Learning* et la blockchain seront successivement mis en perspective tout en sachant que leur convergence est précisément l’un des enjeux majeurs de toute cette histoire.

Le **deuxième chapitre** arpentera ce champ prolifique des études d’usage, en tentant de ne pas céder à la fascination pour la dernière innovation à la mode, et en privilégiant les travaux qui ont fait l’effort de relier ces comptes-rendus empiriques à des questionnements sur le social lui-même. Les relations homme-machine posent en effet des questions différentes de l’étude des styles d’usage ou des jeux d’identité qui seront étudiés successivement. La notion de fracture numérique, inévitable même si (ou parce que) mal formulée, sera enfin examinée en détail à partir de nombreuses études empiriques qui documentent ces différences sociales dans les usages du numérique.

Moins familière sans doute sera l'approche du numérique comme technologie cognitive conduite dans le **troisième chapitre**, car il est impossible d'oublier que le numérique manipule avant tout des signaux (du code informatique) qui agissent et des signes qui font sens. L'écriture et la carte ont joué un rôle clé par l'encapsulation de repères cognitifs partagés qu'elles permettent ainsi que par leur pouvoir de nous faire agir. En s'appuyant sur ces exemples historiques, il sera plus aisé de mesurer les changements profonds de nos cadres de perception, notamment à travers l'explosion de la circulation des images. Mais plus largement, ce sont nos architectures de savoirs qui sont façonnées et la puissance d'agir d'un moteur de recherche est tout aussi grande que celle des bibliothèques pour nous orienter dans les savoirs. La spécificité du *Machine Learning* est aussi expliquée en détail ainsi que les analyses des algorithmes du point de vue des sciences sociales. Le rôle du numérique dans les systèmes éducatifs comme dans les pratiques plus informelles d'apprentissage, d'écriture et de publication notamment, découle directement de cette mutation de nos cadres cognitifs, souvent difficiles à percevoir tant nous y sommes immergés.

Nous sommes tout autant immergés dans l'économie numérique qui reste de ce fait difficile à caractériser et qui mérite bien le **quatrième chapitre**. Les débats conceptuels qui opposent les économistes soucieux d'en faire l'économie politique sont essentiels pour mieux saisir ce qui crée une dynamique d'innovation apparemment incessante et déstabilisatrice des modèles traditionnels. Les concepts d'économie d'opinion, d'économie immatérielle ou d'économie contributive seront successivement mis à l'épreuve face à cette tendance lourde que serait un « capitalisme financier numérique », couplage historique majeur qui affecte la forme même prise par les architectures techniques et les modèles d'affaires qui emballent le monde numérique. Mais il convient de ne pas oublier que, loin des effets de bulle propre à cette économie numérique, des changements profonds, plus lents mais parfois plus violents ou plus prometteurs, sont à l'œuvre dans les organisations, les grandes firmes ou les institutions publiques en particulier. Le management a bénéficié à plein des ressources de ces technologies, en ignorant parfois des pans entiers de leur potentiel, notamment en matière d'intelligence collective, nouveau défi bien plus difficile à relever que celui de l'intelligence artificielle.

La question du gouvernement du numérique et du gouvernement numérisé se pose en effet face à la puissance quasi autonome de cet écosystème économique qui prétend désormais à la souveraineté hors du champ des États-nations. La sociologie politique du numérique, qui fait l'objet du **cinquième chapitre**, doit considérer les mutations en cours tant sur le plan de l'administration et en particulier des villes, que sur le plan de la vie politique. Le pluralisme qui devrait être au cœur de tout souci démocratique ne se trouve pas toujours présent dans les solutions techniques ou dans les visions politiques qui vantent les « *smart cities* » ou l'expression irrépressible des citoyens. Tous les formats de la démocratie sont amplifiés par le numérique mais certains d'entre eux le sont plus que d'autres, en particulier la démocratie d'opinion et la « politique à haute fréquence », ce qui n'est pas sans interroger la viabilité d'un tel nouveau régime. Pour reprendre la main sur cette puissance d'agir du numérique, encore faudrait-il penser et inventer le modèle de gouvernance qui lui soit adapté. Or, les politiques des architectures de réseaux, le copyright ou les enjeux de données personnelles notamment ne sont en rien traitées politiquement par les instances de gouvernance d'Internet qui sont les seules à prétendre gouverner cet univers. La disparition du politique au profit d'un technologisme rampant serait-elle donc déjà bien avancée ?

L'éclairage des sciences sociales serait en tout cas indispensable pour tenter de reprendre la main politique sur ce monde technique en roue libre, et c'est ce que tentera de faire le **sixième chapitre**. Or, les sciences sociales sont elles-mêmes directement affectées par la puissance de calcul, de stockage et par les modes de pensée algorithmique qui remettent en cause les prétentions des théories elles-mêmes. Ce que l'on nomme d'un terme trop générique « les humanités numériques » ne peut seulement consister à équiper et à augmenter la puissance de sciences sociales conçues au XIX^e^ siècle. Il est probable que de nouvelles entités, de nouveaux modes de raisonnement et d'administration de la preuve sont à inventer pour répondre aux défis posés par les nouveaux maîtres des données, qui ne sont plus ni les États, ni les médias, ni les sciences sociales mais les plateformes.

Notre **conclusion** prospective fera le pendant de notre introduction historique. Tant de nouveaux possibles sont annoncés, pour les vanter ou pour s'en effrayer, qu'il n'est plus pertinent de traiter la mutation numérique comme un objet ou un terrain de plus. Pas plus que pour le changement climatique, nous ne pouvons plus adopter la posture moderne

du surplomb, en nous rassurant sur la scientificité de nos approches. Il faut accepter de se laisser affecter par cette « peau numérique » que nous avons constituée collectivement et individuellement de façon à apprendre, avec l'aide de sciences sociales devenues perspectivistes, à habiter ce monde comme un monde commun. La connaissance produite par tous les chercheurs en sociologie traitant du numérique, et dont cet ouvrage veut rendre compte de façon trop limitée, n'a finalement pas d'autre ambition.

Chapitre 1

Histoires du numérique

Histoire et propriétés de l'informatique

L'omniprésence des technologies numériques et leur changement rapide peuvent conduire à perdre le sens historique de leur développement et des conditions nécessaires à leur émergence. L'histoire est incontournable pour qui veut comprendre comment certains choix ont été effectués qui continuent à affecter tous les systèmes d'information et partant toute la vie quotidienne, comme le montre la domination d'un système d'exploitation tel que Windows. Ces choix n'ont jamais été « purement » techniques mais pris, tissés, dans un continuum socio-technique que la sociologie des innovations a souvent décrit [Akrich, Callon et Latour, 2006].

L'histoire que nous voulons raconter ici n'est donc ni une saga des héros des technologies numériques, ni celle d'une logique implacable ou d'une fatalité moderne inexorable du progrès. Il est plus éclairant de suivre l'histoire des médiations clés, parfois oubliées, qui font tenir nos systèmes numériques, et plus encore, celle des controverses et des choix sociaux encapsulés dans les décisions techniques prises dans des environnements toujours particuliers. Internet aurait pu très bien ne jamais avoir d'existence si les compagnies de télécommunications nationales avaient gagné leur bataille pour privilégier leurs réseaux centralisés sur X25, et cette bataille des années 1970 a laissé des traces encore actuelles. Plusieurs auteurs ont réussi ce pari de mêler récits et analyses : en France, Catherine Bertho-Lavenir [1981], Philippe Breton [1987], Patrice Flichy [1991], Pierre Musso [1998], d'autres encore avec un recul historique plus vaste [Herrenschmidt, 2007] ou décalé du numérique [Gardey, 2008], ou avec des approches critiques et philosophiques [Tréguer, 2017 ; Bardini, 2000 ; Ellul, 1982 ; Perriault, 1982]. Valérie Schafer a entrepris un travail historique systématique sur plusieurs moments du numérique (dont le Web en France, le Minitel ou encore Renater) [Schafer et Tuy, 2013]. Mais les travaux historiques anglophones seront aussi mobilisés notamment Jane Abbate [2000], Michael S. Mahoney [2011], S. Greenstein [2015] pour une approche plus orientée économie ainsi que Tracy Kidder [1982] dans une version plus romancée. Il ne sera pas toujours fait référence en détail à leurs travaux mais ils sont à la source de ces développements historiques.

La matérialité logique

Le numérique n'est pas un système technique de plus, comme ont pu l'être l'irrigation ou les chemins de fer [Daumas, 1962 ; Gille, 1978]. Il n'est pas non plus seulement une nouvelle révolution analogue à celle de l'imprimé, même si nous avons utilisé cette référence pour esquisser l'étendue des transformations réalisées à chaque fois. Le cœur du numérique consiste à rendre matériel et exploitable techniquement tout type de problème logique et par là, toute question opérationnelle dans tous les domaines et toute question de connaissance en général. Ces processus, que l'on nomme algorithmes, pénètrent dès lors tous les domaines sans exception : on dit que le numérique est « pervasif ». Il parvient à traiter tous les domaines à travers ses algorithmes, en produisant une logique matériellement équipée.

Les machines à calculer

Cet assemblage (la logique et la technique) a obsédé des générations de philosophes et de mathématiciens à travers le défi des machines à calculer. Pascal conçoit en 1642 une machine qui permet d'effectuer des additions et des soustractions. Leibniz, penseur du calcul infinitésimal, s'est explicitement inspiré d'un manuscrit du Yi King en 1702 pour penser le pur binaire, cette réduction de tous les problèmes en opérations élémentaires 0/1 qui donneront la base de l'informatique. Cependant, il produisit aussi une machine à calculer capable d'effectuer les divisions et les multiplications. La conjonction de la philosophie et du calcul n'est pas simple addition encyclopédique, elle porte en elle un projet, un cadre de pensée que Leibniz formulera de façon plus synthétique dans son expression : « *Calculemus* ! » Non seulement le calcul doit permettre de résoudre les problèmes complexes en les décomposant en éléments, comme Leibniz l'a fait avec le calcul différentiel, mais il doit devenir un mot d'ordre politique. Par le calcul, un collectif peut se donner des métriques communes qui rendent possible la discussion et donc une forme de gouvernement éclairé : sans cela, aucune référence n'est partagée et le monde n'est pas commensurable.

On sent ici les prémisses de la réforme volontariste de tous les systèmes métriques réalisée par la Révolution française, pour qui la rupture avec l'Ancien Régime et ses particularismes provinciaux doit se marquer dans une unification des mesures. La République tient tout autant à son système politique qu'à son télégraphe optique (Chappe en 1792) ou à son étalon du

kilogramme conservé à Sèvres. Ce détour historique n'a donc rien de la culture cultivée, il est essentiel pour bien comprendre l'intrication étroite entre programmes philosophiques, techniques et politiques, intrication que nous retrouverons à chaque embranchement, à chaque occasion de choix d'architectures techniques.

D'autres influences philosophiques peuvent apparaître dans les autres évolutions des machines à calculer. Lorsque Babbage pense sa machine à différences en 1822 et la construit partiellement en 1832, il se situe dans une visée économique de calcul qui s'inspire déjà de l'industrie et cherche à penser la division du travail et son optimisation (*Economy of Machinery*). La séparation entre unité de calcul (*mill*, moulin) et mémoire (*store*) combinés à un registre, constitue les bases de l'architecture type des ordinateurs que John Von Neumann reprendra. Mais les noms indiquent bien que ce sont des traditions industrielles qui sont combinées (moulin et magasin) comme on le voit dans l'usage des cartes perforées pour transmettre les données au moulin, qui étaient disponibles pour les métiers à tisser Jacquard. Dès lors que le principe du calcul consiste à décomposer en opérations élémentaires toute question ou tout processus (le principe analytique, dont Babbage fit une société savante), on voit bien que toutes les activités industrielles qui naissent précisément à cette époque le font déjà à leur façon, avec leurs ressources propres, en organisant le travail des machines et des humains selon les mêmes principes. Cependant, c'est Ada Lovelace qui, à partir de 1843, encouragée par Babbage, produira pour sa machine analytique ce que l'on considère comme le premier programme informatique.

Cependant, le saut mathématique réalisé par George Boole en 1847 avec son algèbre constitue sans aucun doute un fondement qui continue d'irriguer non seulement les mathématiques et toute l'informatique mais aussi la vie quotidienne de l'internaute ordinaire qui fait une requête sur un moteur de recherche. En effet, en posant les principes des fonctions ET (conjonction), OU (disjonction) et NON (négation), Boole réduit toute proposition en une méthode de logique formelle, ce qui donne ce que nous appelons les opérateurs booléens. Il fonde en même temps les principes d'une algèbre binaire, ces 1/0 qui constitueront avec la logique formelle toute la base de l'informatique. Shannon, père de la théorie de la communication avec Weaver [1975], réalisera sa thèse au MIT en 1937 avec Vanevar Bush, sur la conception des circuits de commutation à partir de Boole. Les principes logiques de Boole finiront ainsi par se matérialiser dans des circuits. Les 0/1

seront devenus des ouvertures ou des fermetures de circuits, les machines à calculer auront alors muté en système technique total, au sens où tous les domaines et toutes les questions peuvent être traités par le calcul informatique.

Statistiques et machines mécanographiques

L'attrait puissant du calcul n'a pas seulement touché les philosophes ou les inventeurs géniaux : tout le XIXe siècle constitue une montée en puissance de la mesure et des calculs comme instruments de gouvernement. L'émergence des statistiques, sous l'influence notamment d'Adolphe Quételet, permet d'offrir une vision exhaustive des populations, dès lors que les États qui naissent à la même époque sous forme d'États-nations en Europe peuvent garder le registre de tous les actes administratifs qui marquent la vie collective. Là encore, un saut doit être signalé. Lorsque le *Bureau of the Census* américain (ou *Census Bureau*) veut lancer son recensement de 1890, il doit constater qu'il n'a toujours pas fini de traiter le précédent qui date de 1879. Il est alors fait appel aux machines mécanographiques de Hollerith qui avait déposé une demande de brevet en 1886. Sa machine, à base de cartes perforées, elle aussi, utilise un codage binaire des données mais fonctionne déjà à l'électricité. Sa puissance de calcul se traduit en rapidité qui va séduire tous les États européens dans les premières décennies du XXe siècle.

La capacité de gérer le nombre est en effet un enjeu clé de tout État, du point de vue politique comme du point de vue administratif, pour en faire une politique des grands nombres [Desrosières, 1993]. Le succès des machines Hollerith sera tel que la compagnie sera transformée en IBM (*International Business Machines*) en 1924 par Watson, dont le nom servira à désigner l'intelligence artificielle version IBM dans les années 2010. Cet IBM occupera tout l'espace administratif pendant près de 60 ans, avant l'émergence de la micro-informatique, et continue de jouer un rôle essentiel dans les grands systèmes d'information, notamment urbains. En 1924 aussi, se crée la compagnie Bull en France, selon les mêmes principes. Les grands acteurs du numérique ont eux aussi une histoire longue et ne sont pas tous nés dans la *Silicon Valley* ! L'impératif du calcul n'est donc pas seulement un effet d'une pression à l'innovation technologique, il relève d'une nouvelle forme de gouvernement, appuyé sur des « instruments[1] » [Lascoumes et Le Galès, 2007] parmi lesquels les machines jouent un rôle important. Les grandes administrations statistiques seront, elles aussi, créées en lien direct avec cette

disponibilité des machines : ainsi Carmille, en France, en 1940, utilise les militaires démobilisés comme lui pour créer le service de démographie qui exploitera les machines mécanographiques entre les recensements, ce qui donnera l'INSEE en 1946.

Cryptographie et sécurité

D'autres impératifs étatiques sont directement associés à la naissance de l'informatique : ceux de la sécurité équipée par la cryptographie. La science du chiffrement, ou cryptologie, n'est pas récente puisque, après les Romains, le carré de Vigenère était par exemple utilisé au XVIe siècle. Cependant, lorsque la Seconde Guerre mondiale sera aussi devenue une guerre des codes, du cryptage, des machines à coder et décoder, Alan Turing organisera le travail de 10 000 décodeurs pendant plusieurs années à Bletchley Park, en Grande-Bretagne, pour créer la « bombe » qui permettra de casser le code de la machine Enigma qui servait à l'état-major allemand. La réussite de cette opération dut être masquée pour éviter d'éveiller les soupçons des troupes allemandes, ce qui, selon certains historiens, conduisit à laisser faire le bombardement de Coventry, pourtant connu à l'avance grâce au déchiffrement des ordres à travers la machine Enigma. Le code Lorenz (utilisé par l'état-major nazi) puis le code japonais seront aussi cassés par les équipes d'Alan Turing, qui devront développer pour l'occasion une machine, Colossus, qui est considérée comme le précurseur des grands ordinateurs. La mobilisation de ressources sans limites a ainsi permis d'effectuer des progrès significatifs pour le calcul et seule la situation de guerre a permis de justifier de tels investissements publics massifs : cette situation se retrouvera souvent dans la suite de l'histoire du numérique dont le couplage avec le monde militaire ne peut être contesté et devient même crucial dans la cyberguerre qui est désormais ouverte.

Les ressources de calcul comme celle des communications restent des enjeux stratégiques que les états-majors ne peuvent ignorer et qui justifient leur interventionnisme pour des sommes souvent très élevées dans les projets les plus divers.

Cependant, le lien originel de l'informatique avec la cryptologie n'est pas seulement industriel ou militaire, il est aussi théorique : grâce à ces défis, c'est tout le langage qui doit être objet de calcul pour devenir code et pour être décodé, alors qu'on avait considéré qu'il faisait partie d'un domaine humain « réservé », non calculable en quelque sorte. La traduction et la

mécanisation du langage restent l'un des défis les plus épineux à relever et la puissance de calcul toujours croissante a permis de contourner l'obstacle en évitant des questions théoriques trop subtiles : les algorithmes peuvent-ils alors traiter tous les problèmes ?

C'est la promesse originelle de l'informatique. La cryptologie est au cœur des moments originels de l'informatique, mais elle demeure toujours plus d'actualité au moment où les réseaux numériques donnent accès sans difficulté à tous les contenus, les plus personnels, pour les agences de sécurité comme la NSA. Le chiffrement devient un enjeu essentiel de sécurité nationale et personnelle et de nouveaux arbitrages devront être faits dans les années à venir pour rendre vivable le monde ainsi constitué. Le numérique n'est ainsi jamais établi une fois pour toutes, mais repose sur une reprise permanente de défis qui ont été à l'origine même de ses avancées.

L'électronique et ses composants

Enfin, l'histoire de l'informatique ne peut pas être présentée hors sol, c'est-à-dire hors des matérialités qui lui permettent de fonctionner. Il est parfois nécessaire de rappeler que l'informatique repose et dépend totalement de l'accès à l'électricité, qui en est la matière première. Les contraintes sont alors bien différentes des enjeux logiques et pourtant, elles se rassemblent sur le circuit électrique ouvert et fermé qui est généré par les 1 et les 0 programmés dans l'algorithme. Les commutateurs qui doivent ouvrir et fermer ces circuits peuvent avoir des propriétés matérielles bien différentes, et cela peut tout changer à l'énergie dissipée pendant l'opération et à la qualité du contrôle possible.

L'histoire du numérique repose ainsi sur des avancées en matière de contrôle de l'électricité qui passent par la diode de Fleming en 1904, basée sur un tube à vide comme détecteur et redresseur, puis sur la triode de De Forest en 1906 qui permet l'amplification du signal électrique pour la transmission radio. De même, la bascule flip flop en 1919 constitue une étape décisive. Ces diodes de petite taille possèdent des portes qui pourront servir de fonctions logiques pour les futurs ordinateurs. Ces opérations logiques pourront être transformées en opérations électriques répétées à grande vitesse et en grande quantité. Et selon le degré de miniaturisation, la vitesse de ces opérations et donc leur nombre seront augmentés à tel point que l'informatique se diffusera petit à petit dans tous les environnements, jusqu'à l'échelle nanométrique. L'enjeu de la miniaturisation des

composants les plus matériels devient ainsi crucial pour le calcul lui-même et constitue sans doute l'effet le plus impressionnant et le plus déstabilisant du numérique.

Ainsi les transistors, inventés en 1947 et créés industriellement en 1955 aux Bell Labs vont-ils remplacer les lampes : les matériaux utilisés, ici le germanium, dits semi-conducteurs (c'est-à-dire ni isolants ni conducteurs comme le métal) permettront d'éviter ce préchauffage que l'on connaissait encore avec les lampes dans les radios des années 1950 et limiteront la déperdition de chaleur et d'énergie. Les circuits intégrés inventés en 1959 par Kilby (Texas Instruments) et Noyce (Fairchild) seront à base de silicium : ce silicium constitue encore la matière première de toutes les puces des dispositifs numériques et présente l'avantage d'être abondant sur la croûte terrestre (dans le sable ou le quartz par exemple). Depuis les diodes, puis les transistors, puis les circuits intégrés et jusqu'aux microprocesseurs, l'enjeu sera toujours le même : viser le toujours plus petit pour diminuer la dépense d'énergie et de chaleur. Le microprocesseur 4004 d'Intel en 1971 constitue une étape clé (qui permet de comprendre l'apparition de la micro-informatique ensuite à la fin des années 1970) : il rassemble en effet l'équivalent de 2 300 transistors et permet de stocker 640 octets de mémoire.

À titre de comparaison, le processeur Itanium 2 en 2005 rassemble l'équivalent d'un milliard sept cents millions de transistors sur un espace identique et peut fonctionner en double sur les cartes mères des ordinateurs. Les enjeux industriels des composants électroniques ne doivent jamais être oubliés car ils sont la condition de possibilité de toutes les autres innovations, toujours plus mobiles, toujours plus puissantes, toujours mieux couplées aux environnements les plus fins. La physique fondamentale est alors mobilisée pour résoudre des problèmes à l'échelle nanoélectronique. Ainsi, lorsqu'Albert Fert reçoit le prix Nobel de physique en 2007 pour ses travaux sur la magnétorésistance géante et l'électronique de spin, le lien avec le numérique ne paraît pas évident du point de vue du profane.

Et pourtant, c'est ce principe qui est appliqué pour optimiser le stockage sur disque dur. La portabilité des dispositifs numériques dépend ainsi de plus en plus d'avancées de la recherche sur la physique des matériaux ou d'autres sous-disciplines. Or, la portabilité, permise par cette miniaturisation, change tous les paramètres du couplage des humains avec leurs machines et ce changement d'échelle dans la disponibilité est plus décisif que les contenus échangés à cette occasion, comme l'avait indiqué McLuhan.

Un élément décisif doit être conservé en mémoire : les changements rapides que nous avons observés et l'histoire que nous en faisons à très grands traits ne sont encore que peu de chose face aux avancées à venir rapidement en termes de miniaturisation. Et ce seul fait questionne les sciences sociales dont les traditions sont plutôt orientées vers le repérage de grands effets structurels durables. Dans le cas du numérique, l'innovation n'a même plus à être encouragée ou soulignée comme un critère exogène à prendre en compte, elle est au cœur même du « mode de production » comme nous le verrons et c'est bien plutôt la capacité de sociétés entières à absorber ces transformations constantes de leur environnement qui pose problème. Le tableau technologique du début 1990 ne comportait ni Web, ni téléphone portable, ni réseaux sociaux, ni nanotechnologies, pour ne prendre que quelques exemples. Or tous ces éléments seront eux-mêmes réorganisés et réinventés plus radicalement dans les 25 ans à venir que dans les 25 ans passés. Une sociologie du numérique doit donc non pas suivre pas à pas tous les changements incessants, ni se contenter de rappeler que les inégalités et les rapports de domination, eux, sont toujours présents même s'ils se déplacent. Elle doit prendre la mesure d'une vision du monde supposée partagée, qui voudrait que tout change rapidement et cela pour le bien des masses, des clients, des publics. Les systèmes industriel, scientifique, médiatique et financier qui orientent ces évolutions tirent en général dans le même sens et disqualifient toute vision alternative.

Il faut reconnaître que les changements en matière de miniaturisation maintiennent cette tendance qui fait le socle technique de toutes les autres innovations. C'est pourquoi la loi de Moore devrait être prise au sérieux et méditée longuement, alors même qu'elle n'était qu'un constat empirique qui n'a cessé de se vérifier. Cette loi a été énoncée par Gordon Moore en 1965, alors qu'il était ingénieur chez Fairchild, avant qu'il ne devienne l'un des fondateurs de Intel. Il la reformula en 1975 sous cette forme : « Le nombre de transistors des microprocesseurs sur une puce de silicium double tous les deux ans. » La loi s'est vérifiée jusqu'ici et les techniques de gravure des puces sur le silicium ont repoussé encore les limites, à chaque fois qu'on les croyait atteintes. Et cela d'autant plus aisément que les investisseurs ont intégré cette loi de Moore pour réduire l'incertitude de leurs placements, ce qui contraint les entreprises à tout faire pour réaliser la loi de Moore, pour des raisons de crédibilité financière. À tel point qu'elles sont capables de s'entendre entre elles pour se partager les idées nouvelles de façon à ne pas

perdre le rythme. Voilà une loi empirique, qui finit par faire la loi et guider les comportements, modèle particulièrement réussi de performativité de la mesure. Toutefois, nous approchons désormais la fin de cette loi avec les limites physiques de la miniaturisation des transistors ainsi que le coût marginal élevé de la recherche [Theis et Wong, 2017 ; Bloom *et al.*, 2018].

Cependant, d'autres pistes sont déjà explorées pour prendre le relais, soit sur le plan matériel (la nanoélectronique) soit sur le plan logique (l'informatique quantique). La sociologie doit rendre compte de cet apprentissage collectif de « la vie en état d'incertitude » provoquée par des technologies dont les porteurs ont au contraire toujours vanté la maîtrise qu'elles devraient permettre. La vision moderne de la maîtrise ne saurait guère résister à ce nouvel état instable des techniques qui organisent le détachement systématique vis-à-vis des traditions [Latour, 1992]. La société liquide [Bauman, 2000] trouve ici une impulsion matérielle qui fascine par sa puissance.

Deux fondateurs : Turing et Von Neumann

Cette première présentation des conditions historiques au développement de l'informatique doit cependant être prolongée sur ses deux plans, logique et matériel. En effet, la sociologie ne peut rester à la surface des « effets des techniques » sans rendre compte de la façon dont des énoncés et des matérialités se sont constitués ensemble pour produire des dispositifs. C'est en effet la définition même des dispositifs chez Michel Foucault [1969] qui s'impose ici plus nettement que dans d'autres secteurs, puisque l'informatique est précisément cette matérialisation de toute logique, et donc de tous les énoncés, ce qui en soi constitue un autre énoncé, un autre cadre de pensée dont il nous faut repérer l'origine. Revenons tout d'abord sur la pensée des deux fondateurs de l'informatique, Alan Turing et John Von Neumann. Tous les deux, sous des formes différentes, auront à cœur de trouver le format technique de traitement des questions logiques, plus logique chez Turing et plus matérielle chez Von Neumann. De nombreux travaux historiques ont retracé en détail ce double héritage, à travers des biographies des deux fondateurs, qui se sont croisés et ont travaillé ensemble, mais surtout à travers les propriétés des deux pensées.

Alan Turing est souvent associé à sa « machine » qui a pourtant la particularité d'être une machine de papier. Mais cela suffira à l'imposer

comme le cadre de pensée futur de tous les algorithmes. Pourtant, c'est un pur défi mathématique qui en est à l'origine : David Hilbert en 1920 met en effet logiciens et mathématiciens au défi de formaliser toutes les théories mathématiques par des axiomes, de façon à assurer une forme de bouclage logique complet, contre l'indécidabilité, qui prétend que certains des principes mêmes des mathématiques ne peuvent être fondés ni logiquement ni mathématiquement. Kurt Gödel en 1931 énoncera son principe d'indétermination qui affirme que certains axiomes des mathématiques restent indémontrables et non automatisables. Turing [1937], lui, explorera une autre voie, en détournant la question d'une certaine façon : tous les axiomes des mathématiques ne peuvent pas être démontrés dans les termes des mathématiques mais tous les problèmes peuvent être décomposés en opérations de calcul simples qu'on peut décrire en termes mathématiques (ou logiques). Il fonde ainsi toute la base de l'algorithmique, qui ne questionne plus les fondations logiques des propositions mais les rend calculables à partir d'opérations logiques élémentaires. Turing imagine sur le papier la machine qui peut faire cela : elle possède quatre états (avancer d'une case, reculer d'une case, écrire 1, effacer), elle peut inscrire deux symboles sur un ruban (1 et 0 pour blanc), et toutes les opérations se succèdent dès lors qu'elles ont été décomposées en autant d'opérations de lecture élémentaire du ruban. La tête de lecture du ruban correspond à ce qui deviendra le *hardware*, car ce sont toujours des opérations d'écriture, des inscriptions, successives et rigoureusement ordonnées, selon les instructions (les commandes simples de base) qui sont l'équivalent du *software,* de l'algorithme. Lorsqu'on initie à la programmation et que l'on veut faire comprendre comment produire un algorithme, il est aisé de faire appel à des exemples de procédures simples comme le changement de roue sur une voiture : celui qui oublie de placer le cric, ou qui dévisse les boulons après avoir levé la voiture, comprend rapidement que le non-respect strict de l'ordre des opérations peut conduire à l'échec.

Mais ces situations très concrètes et issues de la vie quotidienne peuvent en fait être étendues à tous les domaines de toute l'expérience humaine, c'est le pari ou la prétention de Turing. Certes, sa machine universelle de papier reposait sur une expérience de pensée : elle supposait mémoire infinie et opérations instantanées pour pouvoir traiter toute question selon ses principes. Dans la réalité, durée de calcul et mémoire sont en effet limitées, ce qu'il avait aussi anticipé en énonçant, en même temps que Church, une

première échelle de complexité au sens algorithmique, qui permet de définir la calculabilité et ses limites (thèse de Church-Turing). Mais nous pouvons dire cependant que son intuition est en train de se révéler fondée car aucun domaine, de fait, ne semble échapper à une formalisation de type algorithmique, qui rend calculables les propositions logiques les plus abstraites, les plus floues ou les plus intimes : les sites de rencontre calculent les affinités amoureuses, les assurances calculent les probabilités de maladie au niveau personnel, les votes sont anticipés avec un haut degré de précision, les chaussures calculent les calories consommées et le programme de travail physique à venir, la valeur esthétique ou scientifique d'une œuvre est calculée à partir de *rankings* et de mesures de réputation, l'automate vocal réagit à la tonalité déprimée de notre voix et nous propose une activité adaptée, etc. Chacun le sait bien : l'algorithme calcule en contournant la difficulté sur la validité logique des assertions car toute technique consiste en un détour [Gagnepain, 1982], c'est-à-dire à faire autrement ce que les humains peuvent faire avec leurs facultés naturelles. Mais quand même, ces approximations touchent de plus en plus souvent justes et sont de plus en plus difficiles à différencier d'une expertise humaine.

C'est d'ailleurs ce qui constituera le second défi de Turing, qu'on appelle le test de Turing, qu'il base en 1950 sur « le jeu de l'imitation ». Le jeu consiste à l'origine à deviner le genre de l'interlocuteur (homme ou femme) qui répond aux questions d'un sujet naïf derrière un écran. Turing remplace la différence des sexes par celle entre humains et machines : un ordinateur peut-il faire illusion et répondre si bien aux questions que le sujet naïf ne pourra pas faire la distinction et décider s'il s'agit d'une machine ou d'un humain ? La machine, Eliza, sera réalisée bien plus tard et sera parfois utilisée comme l'équivalent d'un thérapeute. Mais Turing, dès 1950, revisite complètement la question de cette différence humain/machine et de l'intelligence qu'on réserve en général aux humains. Pour lui, une machine est « intelligente si elle fait illusion et passe pour intelligente aux yeux des hommes ». Il est aisé de reconnaître ici un parti pris que la tradition sociologique contemporaine qualifierait de conventionnaliste voire aussi d'ethnométhodologique, alors que Turing vit dans un autre univers conceptuel et répond à des préoccupations logiques et philosophiques. Seuls les indices perçus de la situation font tenir le sens qui permet de faire la différence entre homme et femme ou entre machine et humain, et rien d'intrinsèque ne peut être postulé qui permettrait de juger de la « nature »

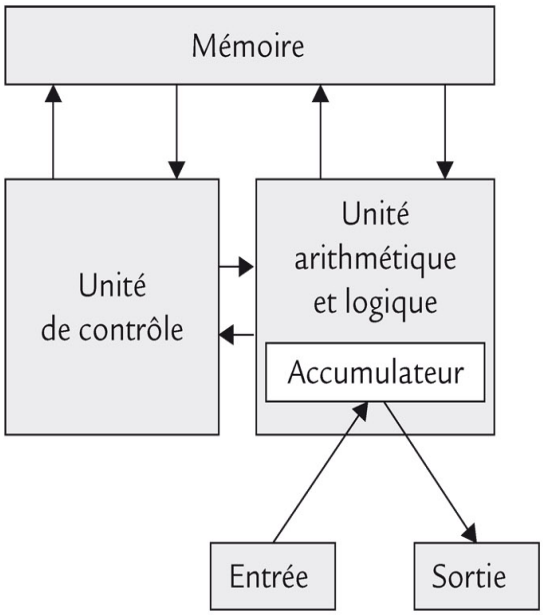
des émetteurs. Si les indices, ici les réponses, sont les mêmes, alors rien ne permet de qualifier un comportement d'intelligent et l'autre de machinique.

Dans ses trois opérations, sa machine, la calculabilité et son test, Alan Turing fait preuve d'une audace extraordinaire en effectuant des pas de côté radicaux pour sortir des débats idéalistes sur la valeur des propositions ou sur la « nature » des émetteurs. En rendant opérationnelles toutes ces questions philosophiques, en les déplaçant sous forme algorithmique, il ouvre la porte à la toute-puissance du calcul et de l'informatique et à son agnosticisme en matière de valeurs et d'essences, alors même qu'il en a posé les limites. Tous les travaux en intelligence artificielle partent de là et leurs échecs et leurs réussites reposent souvent sur ces attentes illusoires créées par le terme intelligence. Il n'est pas inutile de rappeler que Turing connaîtra une fin tragique et prématurée puisqu'il se suicidera en 1954 en raison de sa stigmatisation comme homosexuel lors d'un procès qui le condamna à la castration chimique : plus que d'autres, il avait sans doute éprouvé la puissance des conventions sociales et son doute sur la « nature » de cette différence sexuelle rendait encore plus essentielle la difficulté à différencier les réponses hommes/femmes et humain/machine.

Toute la quête de la quantification généralisée que nous connaissons depuis le début du XXIe siècle était ainsi annoncée dans ces travaux de Turing qui relativisait par avance des coupures ontologiques entre humains et machines qui ne peuvent que continuer à s'estomper. Et ces incertitudes, par ailleurs, génèrent des perturbations considérables dans les esprits mais aussi dans la gouvernance de sociétés désormais totalement entrelacées avec des machines, programmées dans des algorithmes, sans possibilité apparente de revenir sur les décisions d'architectures techniques prises au nom de la toute-puissance des algorithmes, dans cette « objectivité algorithmique » en passe de remplacer celle construite pendant plusieurs siècles par la méthode scientifique [Gillespie, 2012].

Les architectures techniques sont précisément l'affaire de Von Neumann. Nous serons plus rapides sur ce point, car une partie du saut conceptuel avait été en quelque sorte réalisée par Charles Babbage, qui avait séparé le stockage par rapport aux instructions, de la même façon que Turing séparait les instructions et le ruban où s'écrivent les traces des états successifs.

Figure 1.1 Architecture type de l'ordinateur selon Von Neumann



Mais lorsque Von Neumann pose ces principes dans le schéma ci-dessus en 1947, il définit une architecture qui commence seulement depuis les années 2000 à être remise en cause. C'est dire la puissance de formatage d'un tel modèle car toutes les machines, les plus grosses comme les plus petites, reposeront sur ces mêmes principes, à savoir la séparation de la mémoire et du calcul. Avant, toutes les opérations devaient être réalisées de façon séquentielle puisque rien n'était stocké en état intermédiaire dans la mémoire. Désormais, avec l'architecture de Von Neumann, le programme peut prendre des décisions selon des résultats intermédiaires, changer de chemin dans la séquence d'instructions, effectuer des tests, des boucles, des sauts conditionnels. La séparation matérielle de chaque fonction permet aussi d'ouvrir la voie aux interfaces homme-machine différenciées (entrée/sortie) des fonctions de calcul ou de mémoire.

La sociologie des techniques et donc du numérique doit être aussi une sociologie des associations, des schémas, des architectures qui font tenir des machines mais au-delà, qui vont diviser le travail de toute l'industrie pendant 50 ans. Les producteurs d'algorithmes, l'industrie du logiciel, resteront certes toujours couplés aux capacités matérielles des machines pour stocker (volume) et traiter les instructions (vitesse) mais ces deux secteurs industriels relèveront pourtant de deux histoires spécifiques. Les nécessités de la miniaturisation conduisent cependant à rapprocher les deux domaines, comme c'est le cas avec le « *system-on-chip* », ce qui veut dire la gravure des instructions du système dans le *hard* du processeur, sur la puce elle-

même, ce qui permet de raccourcir les délais d'échange d'instructions. La séparation logique/matériel et leur combinaison, formalisée notamment par Von Neumann, sont sans doute en train de vivre une nouvelle étape qui pourra produire encore plus d'incertitude sur le statut des systèmes mais aussi une telle intégration que les puissances de calcul seront encore démultipliées.

Cela ne constitue qu'un des nouveaux avatars de cette combinaison dont il faut retracer quelques étapes historiques importantes : chaque étape de miniaturisation, reposant pourtant sur les mêmes principes d'architecture que nous venons de présenter, a provoqué des bouleversements considérables dans les entreprises puis dans la vie quotidienne de toute l'humanité. Dans ce cas, c'est le changement d'échelle qui produit ces changements sans que l'architecture soit en cause. Nous distinguerons quatre grandes étapes.

Des grandes machines au *Machine Learning*

La taille des premiers ordinateurs continue de fasciner et indique bien la rareté de ces machines et la nécessité d'organiser toute l'activité autour de ces ressources rares. Parmi les premiers ordinateurs, l'ENIAC notamment, créé par John Mauchley et John Eckert [Moore School Philadelphie, 1945], représente le premier calculateur réellement électronique qui pèse pourtant 30 tonnes, comporte 18 000 lampes et 30 000 commutateurs pour réussir à réaliser 330 multiplications par seconde. L'EDVAC, réalisé avec Von Neumann en 1949 et concurrent du premier, présente la particularité d'enregistrer tout le programme dans la mémoire et de fonctionner avec 6 000 tubes à vide et non plus avec des relais. Deux propriétés doivent être signalées pour comprendre comment l'ère des grandes machines inscrit l'informatique dans un monde particulier, celui des grandes firmes et celui des militaires. Les budgets de ces énormes machines ne peuvent être dégagés sans incitation forte : c'est la guerre froide et la nécessité des calculs balistiques pour les armes de longue portée qui justifièrent ces investissements colossaux, auxquels il faut ajouter le calcul sismographique pour repérer les essais nucléaires de l'adversaire, l'URSS (50 en 1957 et 105 en 1958, États-Unis, URSS et Royaume-Uni).

Dans ce montage de machines quasi uniques, IBM joua un rôle clé qui lui permit de gagner ensuite un leadership commercial total, en quasi-monopole mondial, sur les grands calculateurs des États, des administrations, voire des

entreprises. L'IBM 701 apparut en 1952 et s'imposa comme la machine de référence mais IBM investit aussi dans le logiciel et notamment dans les langages de programmation comme le Fortran créé en 1954. Cette domination américaine, toujours présente voire amplifiée, conduisit cependant des pays comme la France à chercher à se doter de capacités de calcul indépendantes, ce qui donna lieu au Plan Calcul en 1967 puis en 1971 : les ressources informatiques ont donc une nationalité, semble-t-il. De même, ces grandes machines ont clairement une origine militaire, que l'on retrouvera à la naissance d'Internet. Et au bout du compte, quelques firmes seulement jouèrent un rôle clé pour capter les revenus issus de cette haute technologie. Cette composition État-nation/militaire/firme reste déterminante pour fonder une industrie à degré élevé d'investissement : le lien avec la recherche académique n'est pas moins important, mais les ressources exigées sont allées aux centres de recherche qui pouvaient drainer les financements des organismes indiqués, ce qui a contribué à localiser ces industries dans des régions spécifiques comme la *Silicon Valley*, nous y reviendrons.

La rareté de ces ressources conduisit à privilégier une certaine architecture, centrée autour d'un *mainframe* (un ordinateur central) que l'on interroge à partir de terminaux qui ne disposent d'aucune capacité de calcul local. Pour partager ces ressources entre ces terminaux mis en réseau, fut inventé le « temps partagé » (*time sharing*, États-Unis, 1961). Toutes les organisations furent soumises à ces rythmes fixés selon la disponibilité des ressources de calcul. Les armées d'opératrices de saisie créaient ainsi, croyait-on à l'époque, un nouveau prolétariat, qui s'avéra en fait strictement dépendant d'un état provisoire de la technique. Cependant, l'ère actuelle de la connexion *via* le *cloud*, c'est-à-dire en déportant le stockage comme le traitement des données sur des machines en réseaux dont on ne connaît même plus la localisation, pourrait finalement laisser penser que l'architecture des *mainframes* est de retour, dépossédant les opérateurs locaux de leurs capacités de calcul.

L'âge de la micro-informatique sort l'informatique de son monde social d'origine

Pourtant, ce serait ignorer un saut majeur qui a changé toutes les propriétés sociales de l'informatique, celui de la micro-informatique à la fin des années 1970 et au début des années 1980. La miniaturisation ne change pas

seulement la forme matérielle de l'ordinateur, elle fait changer l'informatique de « monde social » [Gerson, 1983]. Il est possible de retracer la généalogie de cette mutation directement liée à la miniaturisation des microprocesseurs, à leur puissance et à la diminution de leurs coûts.

Les mini-ordinateurs d'IBM puis de DEC (Digital) équipèrent d'abord les entreprises mais les premiers micro-ordinateurs tels que DIEHL Alphatronic 1973, Micral 1973, Altair 8800 1975 constituaient des précurseurs par rapport à l'Apple 1 qui en 1976 marqua la première étape d'un changement complet de philosophie dans le rapport social à la machine ordinateur. IBM suivit avec son *Personal Computer* (PC) en août 1981 qui utilisait le système d'exploitation de Microsoft MS-DOS, qui naquit à l'époque et qui a constitué jusqu'à récemment la couche profonde du système de tous les PC jusqu'à Windows NT. La machine devint ainsi personnelle et non plus seulement professionnelle, ce qui voulait dire, jusqu'à peu, partagée entre collègues. Mais le passage aux GUI (*Graphic User Interfaces*), aux interfaces graphiques, reste pourtant plus décisif encore : la forme matérielle (la machine) devint appropriable et autonome car elle possédait une capacité de calcul propre, mais la forme logicielle (les commandes, le système d'exploitation) restait jusqu'ici faite de lignes d'instructions qu'il fallait saisir en respectant toutes les contraintes spécifiques à chaque langage de programmation, à chaque code.

Désormais, il suffisait de manipuler une souris (inventée par Douglas Engelbart dans les années 1960) et de pointer ce que l'on voulait activer, une application, une zone de texte, une commande, et l'ordinateur accomplissait l'action désirée, sans avoir à la nommer, à la coder, sans être informaticien. Le geste supplantait l'écriture, le corps était encore plus engagé dans l'action et le fut de plus en plus avec les interfaces tactiles à la fin des années 2000. Avec les interfaces graphiques, inventées chez Xerox à Palo Alto et récupérées par Apple pour son Lisa en 1983 puis pour le MacIntosh en 1984, et avec la souris, c'était un changement de culture qui s'opérait : les machines étaient désormais conçues pour être utilisées par des non-informaticiens, par le grand public. L'attraction fut contagieuse et ne toucha pas seulement les populations les plus instruites ou les plus technophiles : les centres de formation du grand public à la pratique de la micro-informatique se multiplièrent et les écoles furent aussi mobilisées, comme en France avec le plan « Informatique pour tous » de 1985. Mais curieusement, ce furent encore des interfaces PC non graphiques qui furent diffusées, maintenant

ainsi une barrière à l'entrée, pour appuyer le lancement d'une filière française autonome (les TO7 et MO5 de Thomson aussi peu utilisables qu'éphémères). Ce couplage raté avec les utilisateurs en herbe dans les écoles ne doit pas faire oublier que la passion de l'informatique personnelle se développa massivement, que les applications se multiplièrent, parmi lesquelles les jeux vidéo jouèrent un rôle de locomotive essentiel pour les usages ordinaires. Les principes de l'interface graphique s'étendirent puisque Microsoft « transposa » le « bureau » du MacIntosh d'Apple et diffusa ce mode d'accès à toute la population des passionnés et des professionnels.

Dès lors, il ne s'agissait plus seulement de perfectionnement technique, de puissance de calcul, mais bien de relation humain/machine qui devait atteindre à un couplage le plus intuitif possible. De cette première expérience, Apple garda une estime de marque considérable et en fit la pièce maîtresse de sa domination future, fondée sur ce qu'on appellera plus tard une expérience utilisateur (UX pour *User Experience*). Certes, miniaturisation et puissance de calcul sont essentielles pour rendre possible cette expérience de qualité mais ce sont bien les cadres perceptifs et la relation à la machine qui doivent en être affectés pour atteindre le public qui n'a jamais pensé avoir « besoin » de tels outils. À partir de ce moment, les mondes de l'ergonomie des interfaces, du design et du marketing, tous porte-parole à divers titres des utilisateurs, prirent alors place dans les processus de conception jusqu'à en occuper le leadership parfois. Les sciences sociales, parmi lesquelles l'anthropologie, entrèrent aussi en scène dans les années 1980 dès lors que l'informatique quitta les cercles spécialisés de professionnels et de chercheurs.

Les études d'usage furent le premier mode d'accès à ces univers numériques qui sortaient des laboratoires : on peut regretter que peu de travaux aient été faits sur les phases précédentes de l'informatique, mais il faut bien admettre que toute la sociologie n'avait pas pour principe d'entrer dans les laboratoires ni chez les développeurs de technologies de pointe avant que les études de laboratoire initiées par Bruno Latour et Steve Woolgar ne révolutionnent toute la sociologie des sciences (*La vie de laboratoire* paraît en 1979). Au moment où la sociologie acceptait de s'intéresser de près à la constitution des énoncés scientifiques et à la conception des produits dans les laboratoires, l'informatique faisait le

mouvement inverse pour occuper tout l'espace public avec des machines supposées accessibles au plus grand nombre.

Le saut des réseaux (années 1990)

Les ordinateurs devinrent ainsi mieux couplés à leurs utilisateurs à partir des années 1980 grâce aux interfaces graphiques et à la souris. Mais les machines continuaient pour la plupart d'entre elles à se connecter à des réseaux privés, coûteux et isolés les uns des autres. Les ressources que l'on traitait par informatique étaient d'une certaine façon celles que l'on y mettait. Le *World Wide Web* de Tim Berners-Lee et René Caillau bouleversa profondément tout cela. Internet a certes été mis en place dans les années 1970 (nous y reviendrons plus en détail) pour mettre en réseaux les ordinateurs et pour accéder à des ressources partagées, notamment à cette puissance de calcul qui restait rare. Les applications de base comme le mail furent installées pendant cette période mais restèrent confinées au monde social des informaticiens, elles furent cependant le succès le plus décisif pour ces réseaux de machines. Les protocoles de communication (*TCP Transfer Control Protocol*, *IP Internet Protocol*) mis en place en 1974 permirent de s'affranchir des frontières des réseaux jusqu'ici spécialisés selon leur support (câble sous-marin, fibre, satellite, réseau local). Mais il s'agissait encore de machines qui échangent, dans un III (*International Information Infrastructure*), comme l'appelle T. Berners-Lee.

En 1991, lorsqu'au CERN, il décida avec son collègue René Caillau de libérer le code d'une infrastructure bien différente, le *World Wide Web*, il ouvrit grand la porte de toutes les ressources en les connectant toutes entre elles en attribuant à chacune une URL (*Unique Ressource Locator*). Ce changement technologique contribua là aussi à sortir l'échange entre machines du monde des informaticiens. L'identifiant simple des URL, standardisé, permettait de lier des sites, des documents, et de naviguer dans un ensemble de ressources documentaires qui paraît désormais illimité. À ses débuts, certains le comparèrent à une immense bibliothèque mais c'était une métaphore erronée qui plaquait comme souvent les cadres anciens sur une nouveauté radicale. En effet, aucun travail d'indexation, aucun travail de classement hiérarchisé selon des catégories harmonisées internationalement, n'est effectué par personne : les documents sont reliés par des liens hypertexte que chacun peut poser sans aucune autre justification. La

connexion généralisée se paye dès lors d'une certaine désorientation car nul ne sait ce qui se cache derrière le lien sur lequel on clique.

Les navigateurs facilitèrent l'exploitation de ces liens (Mosaïc puis Netscape furent des succès auprès du public pour cette raison), mais surtout les annuaires (Yahoo) et les moteurs de recherche (Google) prirent un rôle décisif pour gérer cette prolifération des liens et orienter les utilisateurs. Une nouvelle fois, l'approximation de l'orientation suffit pour générer des effets d'innovation, de mise en relation et de partage inédits. La visibilité devint possible de la part des fournisseurs de ressources, des institutions, des entreprises, des auteurs, car leur site était référencé avec une adresse unique et pouvait être accessible par un simple clic sur un lien. Cette époque du Web 1.0 donna un élan considérable à toutes les formes de publication des institutions qui y virent, non pas une bibliothèque, mais une forme d'affichage public de leurs offres. Mais notons-le bien, l'asymétrie restait la règle et seules les autorités publiaient pendant les années 1990. Les entreprises investirent cet espace documentaire à partir de 1995 car la NSF (*National Science Foundation*), en charge de la gestion d'Internet jusqu'à cette date, la transmit au privé : à ce moment, la nature du Web changea et les conséquences en furent totalement imprévues et très puissantes, jusqu'à la situation d'oligopoles des plateformes que nous connaissons désormais. Songeons qu'entre 1991 et 1995, la libération du code du WWW au monde entier combinée à la gestion d'Internet par la NSF, de statut public, pouvait donner lieu à une tout autre infrastructure que celle que nous connaissons. Les prophètes des fatalités techniques peuvent s'attendre à d'autres démentis.

Pourtant, pendant ce temps, les architectures techniques de mise en réseau avaient elles aussi évolué. Le réseau Internet offrit des possibilités de répartir les charges de stockage et de routage à toute machine et non plus seulement aux serveurs. Pendant les années 1970, les *mainframes* mettaient en relation des terminaux peu puissants. À partir de l'arrivée de la micro-informatique, les terminaux en question devinrent capables de calcul local et entrèrent alors dans une relation « client-serveur », expression qui indique une division du travail et une asymétrie certes mais qui marque une différence puisque les clients en question sont autonomes pour de nombreuses opérations, ce qui distribue la charge de travail de façon différente. Lorsque le réseau s'ouvrit et permit à toutes les machines d'être en relation potentiellement, le caractère distribué de l'architecture d'Internet prit toute

sa valeur. Ainsi, toute machine, y compris le PC le plus ordinaire, put devenir un serveur.

Le *peer-to-peer* exploita cette possibilité et modifia une nouvelle fois le principe des relations entre machines. Les machines connectées sur un réseau *peer-to-peer* peuvent partager leurs ressources et télécharger aussi bien que mettre à disposition leurs documents ou leurs capacités de calcul à volonté. Ce changement radical d'architecture provoqua l'explosion des échanges, de musiques en particulier, dès la fin des années 1990 avec le serveur Napster. Une « simple » question d'architecture peut ainsi mettre en péril toute une industrie qui vivait du contrôle de la diffusion de ces biens pourtant immatériels que sont des musiques, des films ou des livres. Nous devrons revenir sur l'histoire de ces transformations qui ne sont pas terminées et qui font trembler tous les modèles économiques établis.

De ce point de vue, le P2P fut le premier pas, réservé à des experts à ses débuts, qui valorisait les contributions et l'échange réciproque, ce que l'on désigna à partir de 2004 sous le nom de Web 2.0, selon l'expression popularisée par Tim O'Reilly [2005]. Ce fut aussi le triomphe d'une certaine philosophie de l'informatique née dès les années 1950 au sein des organismes de recherche comme le MIT ou Stanford. La philosophie *hacker* [Levy, 1984] constitue à elle seule un phénomène culturel qui irrigue toujours un grand nombre de pratiques et d'innovations. Faire l'histoire des grandes machines semblait pour l'instant se résumer à celle des grands organismes et des progrès constants en puissance de calcul. Pourtant, pendant le même temps, des générations d'informaticiens formés parfois « sur le tas » et capables de passer des jours et des nuits devant leur machine pour un défi quelconque, créaient cet état d'esprit fait de virtuosité [Dodier, 1995], d'ouverture des ressources, de subversion des interdits et d'innovation passionnée au cœur de « communautés de pratique » [Wenger, 2002] avant l'heure.

Les modèles de production, de division du travail, d'innovation, de distribution étaient tous en parfaite contradiction avec les procédures industrielles classiques : le passage à l'acte semblait être la règle contre toute planification, le partage allait de soi contre les droits de propriété, les idées les plus folles et inutiles avaient droit de cité contre les analyses d'utilité *a priori* à une époque où le marketing n'occupait pas la place qu'on lui connaît actuellement. Cet état d'esprit s'exprima à plein dans le *peer-to-peer* mais irrigue encore maintenant aussi le mouvement du logiciel libre et même

d’une certaine façon l’esprit de nombreuses start-up qui gagnèrent parfois le jackpot financier pour l’application qu’elles mirent sur le marché.

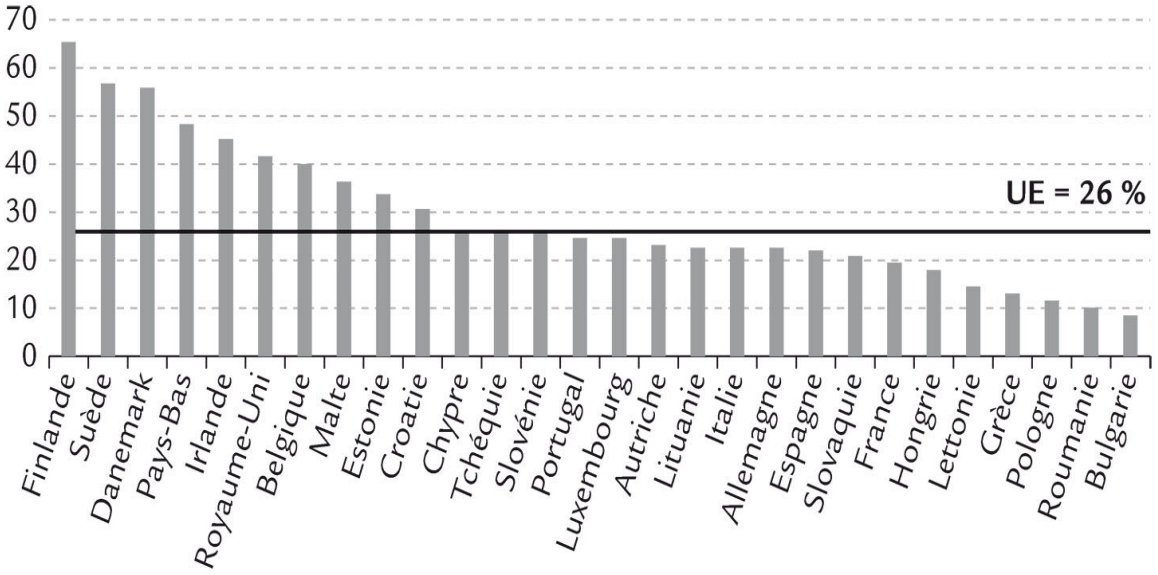
Conservons bien l’idée de cette situation contradictoire, pluraliste et conflictuelle dans l’extension du domaine de l’informatique à tous nos univers sociaux. Le grand public et les médias ont souvent joué de l’opposition du petit génie contre le grand méchant dominateur : tous contre IBM, puis tous contre Microsoft (condamné par l’Union européenne en 2013), et désormais tous contre Google (condamné par l’UE en 2018). Mais sous ces polémiques qui indiquent la tension créée par les abus de position dominante, tout un ensemble de communautés produisent depuis les années 1950 des innovations, des détournements, qui tissent des liens profonds, souvent non marchands et producteurs de la mythologie du numérique. Dès le départ, les architectures des machines et des réseaux furent pluralistes et pouvaient donner lieu à des politiques différentes. Certes, l’histoire, comme souvent, ne semble retenir que les gagnants, mais il faut noter que les autres ne sont pas perdants véritablement. Ainsi les communautés des logiciels *open source* continuent à s’étendre et les plus grandes entreprises (IBM ou Oracle) fondent leurs produits sur des noyaux *open source* reconnus plus fiables. De nombreuses voix du logiciel libre (*free software* et *open source* confondus) considèrent que le Libre a gagné. En effet, la diffusion de ses méthodes est incontestable dans l’industrie : Google et Facebook paient leurs ingénieurs pour contribuer au code du logiciel libre par exemple, et la plus grande transaction pour une entreprise de logiciel vient d’être conclue en 2018 pour Red Hat par IBM tandis que la plateforme de partage de code Github a été rachetée par Microsoft cette même année. Le potentiel coopératif des réseaux reste présent malgré les « *lock-in* » [Shapiro et Varian, 1999] tentés à toutes les époques, et qui consistent à restreindre le pluralisme, à capturer le client dans un univers donné pour réaliser ce qui s’apparente à des ventes forcées par effet de système technique, comme ce fut le cas avec Microsoft installant par défaut son navigateur Explorer sur tous les PC équipés de Windows (soit 90 % du marché à une époque !).

Les vertus de cette mise en réseau des machines ne furent donc pas seulement techniques : les formes de coopération existantes depuis longtemps furent équipées et amplifiées. C’est ainsi que les applications de calcul permettent désormais de partager les ressources des machines connectées pour réaliser de longs calculs (les « *grids* » ou grilles) alors que

d’un autre côté, les offres de service de « *cloud computing* » prolifèrent où le *software* (c’est-à-dire les applications) devient lui aussi un service fourni en ligne avec toute la puissance requise dès lors que les machines sont connectées.

N’oublions pas cependant que des supercalculateurs (ex. : Cray) existent toujours, non distribués, et qu’ils font l’objet d’une compétition internationale dans laquelle les États-Unis surclassent tous les autres pays et dont les origines sont liées à la guerre froide, comme nous l’avons déjà indiqué (voir les tableaux dans notre chapitre 4).

Figure 1.2 Utilisation de services de *cloud computing* dans l’Union européenne en 2018 (% des entreprises)



Champ : sociétés d’au moins 10 personnes des secteurs principalement marchands hors secteurs agricole, financier et d’assurance, implantées en France et dans l’UE à 28.
Source : Eurostat, 2018.

Le saut du pervasif des années 2000

Dans cette longue histoire, un nouveau saut a cependant été accompli dans les années 2000 qui change à nouveau toute la donne, y compris pour les sciences sociales. Nous avons raconté une histoire faite d’intrication de logique et de matériel où la puissance de calcul était décisive et où la miniaturisation constituait un ressort permanent de l’innovation. Ces deux qualités ont atteint un tel niveau dans les années 2000 que l’informatique n’a plus été localisable dans de grandes machines ou de plus petites, de plus en plus connectées : elle est devenue *pervasive*, et nous utilisons ici un terme anglais difficilement traduisible. L’informatique est partout et c’est sans

doute depuis cette pénétration profonde de toutes nos activités et de tout notre environnement qu'il convient de l'appeler numérique. En effet, la science informatique continue d'avoir ses activités et ses avancées mais l'intrication des applications qu'elle a pu générer avec toutes les autres sphères est telle qu'il s'agit d'un processus de numérisation généralisée de toutes les activités humaines, sans aucune exception. La notion même de machine n'a plus grand sens dès lors qu'un capteur dans une chaussure, qu'une microcaméra dans un estomac, qu'un émetteur sur la queue d'une libellule, qu'un radar dans une voiture ou qu'un QR code[2] sur un panneau publicitaire sont invisibles et pourtant actifs, reliés potentiellement entre eux par des réseaux sans fils à des bases de données géantes qui actionnent des applications automatiquement pour lancer une alerte à la personne concernée comme à tous ceux qui ont accès à ces données.

Peut-on encore y appliquer des critères comme « système technique » dès lors qu'aucune frontière n'est pertinente pour délimiter le système ? L'Internet des personnes a produit dans les années 2000 ces réseaux sociaux qui occupent la pointe émergée de l'iceberg numérique, celle qui fait parler et qui permet de faire comme si les humains sont toujours dans la boucle. Ce *Global Giant Graph*, comme l'appela Tim Berners-Lee en 2007 pour le distinguer du *World Wide Web* qu'il avait créé, fait partie de ce mouvement pervasif du numérique puisque nos relations, nos actions et nos expressions sont toutes tracées et mises en scène. Cependant, les entités qui sont connectées sur ces réseaux sociaux ne sont pas nécessairement identifiables au sens sociologique classique du terme, car personne ne sait s'il s'agit d'un robot qui produit des *likes* sur les statuts Facebook ou de participants humains engagés dans cette action élémentaire, sans parler de leurs « intentions véritables ». Mais plus encore, les entités connectées se démultiplient, la miniaturisation aidant, et se placent dans tout l'environnement, technique, naturel, humain, non humain, et peuvent être localisées, tracées et reliées à des services de collecte et de traitement de données en masse. La technique n'a jamais été cet extérieur, cette prothèse [Stiegler, 1994] externe car elle était toujours constitutive des humains. Mais c'est désormais son apparence phénoménologique qui se fond dans le paysage et qui rend « intelligent » (au sens de relier) tout objet, toute entité qui va contribuer à produire cette traçabilité généralisée.

La question éthique et politique émerge d'emblée lorsqu'on parvient à identifier le prédateur de ces données, comme le *Great Firewall* chinois, la

NSA ou les plateformes. On peut ainsi en faire une géopolitique comme le font Frenot et Grumbach [2014] pour montrer comment ce qu'ils appellent les plateformes d'intermédiation (GAFAM : Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft) gardent un ancrage territorial prononcé et attirent du trafic du monde entier. À part la Chine, pour des raisons politiques spécifiques, aucune nation n'est en mesure de contester l'hégémonie des États-Unis en attractivité de ses plateformes, ce qui ne fait sans doute qu'amplifier une domination mondiale bien ancrée mais qui donne aussi des leviers politiques et de renseignement puissants. Mais le processus de collecte massive de données, le *Big Data*, repose plus souvent sur des architectures insues, parfois même ignorées de ceux qui ont placé les puces, car tous ces dispositifs fuient massivement et transmettent tout, parfois malgré eux. Il est dès lors quasiment impossible de prétendre gouverner de tels systèmes techniques qui prolifèrent et génèrent une couche d'entités numériques qui nous enveloppe à peu près aussi sûrement que la couche d'ozone et qui est aussi invisible qu'elle. Dans les deux cas, d'ailleurs, c'est uniquement lorsque des trous apparaissent qu'on prend conscience du risque que nous fait courir la qualité variable d'une telle couche.

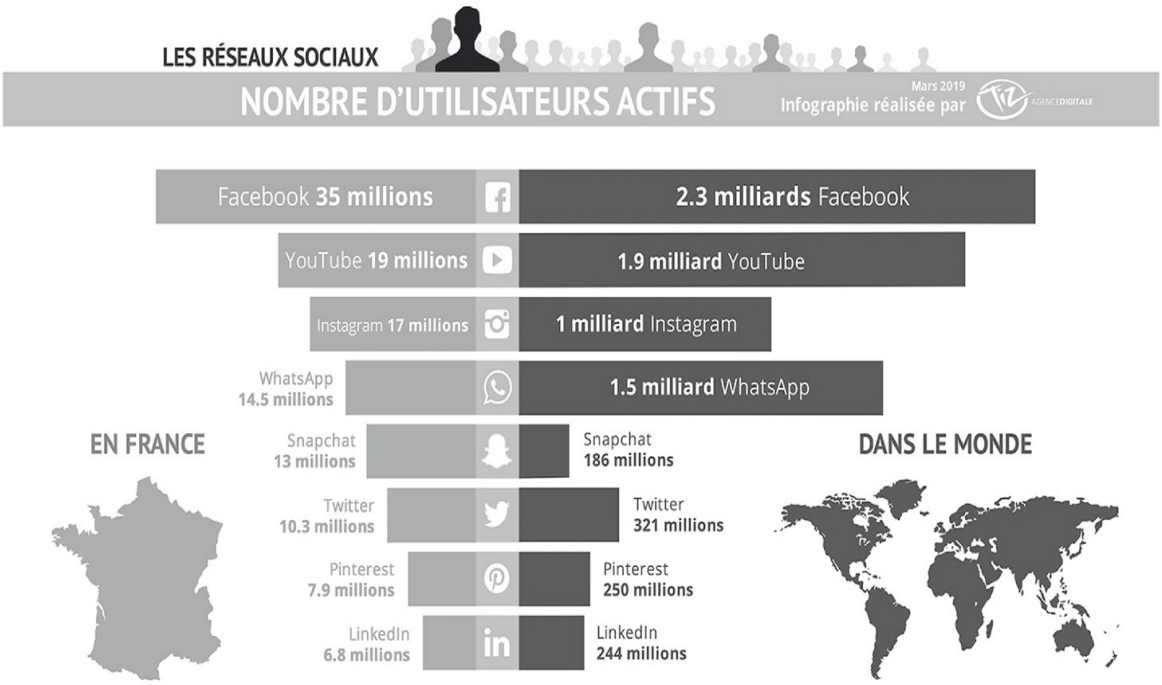
L'humanité fait ainsi l'expérience d'une nouvelle enveloppe, pour reprendre une thématique climatique très féconde de Sloterdijk. Cette mutation avait été annoncée par la cybernétique de Wiener, par les tableaux visionnaires de Pierre Lévy [1996] et faisait l'objet de discours enthousiastes de technophiles ou de critiques des techno-sceptiques [Breton, 2000]. Pourtant, cette enveloppe s'est constituée, elle est partout et personne ne sait qui la pilote vraiment, puisqu'il s'agit d'un nouvel avatar de cette sub-politique qu'Ulrich Beck a analysée : les décisions sont prises ailleurs que dans les instances politiques démocratiques classiques, dans les conseils d'administration de certaines firmes, dans les laboratoires de recherche privés ou publics, etc. Or la constitution de cette enveloppe produite par ce numérique pervasif est profondément politique comme insiste là-dessus Sloterdijk quand il évoque ces enjeux de régulation du climat politique, technique et naturel à la fois. Le numérique pervasif produit en effet le cadre où nous devons coexister, où nous devons échanger, nous mouvoir et nous émouvoir. Or, l'invisibilité et la complexité des chaînes de traitement de données font perdre *prise* [Bessy et Chateauraynaud, 1995] aux citoyens ordinaires, aux gouvernements nationaux comme à la plupart des entreprises et des marques. Nous devrons revenir sur cet enjeu de gouvernance qui a été

désormais bien identifié mais dont les solutions semblent largement hors de portée.

Cependant, une expérience ordinaire faite par les trois quarts de l'humanité en 2017 permet d'approcher cette pervasivité du numérique. Le téléphone portable est en effet devenu le terminal universel pour effectuer non seulement des appels téléphoniques mais presque toutes les activités qui pouvaient être jusqu'en 2007 effectuées sur un ordinateur. La seule connexion généralisée constituait un changement d'échelle essentiel et permettait d'introduire des publics ordinaires à un appareil numérique sophistiqué. Mais l'arrivée des smartphones et de leurs interfaces tactiles a petit à petit donné la prépondérance à ce terminal qui se porte près du corps. Le couplage humain/machine tant recherché a encore gagné un degré de proximité et d'intuition dans ce mouvement. Le téléphone portable efface les barrières à l'entrée du numérique [Boullier, 2001] et génère des applications toujours plus ancrées dans la vie quotidienne, dans la vie urbaine, mais aussi de plus en plus sophistiquées pour commander d'autres machines. Les écosystèmes créés autour des deux systèmes d'exploitation dominants (iOS et Android) encouragent la production et le test en direct d'applications toujours plus nombreuses, en détournant les qualités du mode de production du logiciel libre sous forme de *Software Development Kits* (SDK) : tous les développeurs peuvent tenter leur chance, proposer des applications et être rémunérés par leurs ventes, ce qui constitue une incitation à l'innovation étendue au public lui-même. Les objets communicants et les réseaux sociaux que nous avons évoqués sont tous désormais connectables à ces terminaux que les humains portent en permanence, au point d'être devenus des « êtres connectés » [Boullier, 2011] incapables de se passer de ce possible permanent.

On compte en 2018 plus de 3,39 milliards de comptes actifs sur les plus grands réseaux sociaux, soit presque 50 % de la population mondiale, dont près de 95 % utilisent un accès mobile[3]. Toutefois, la répartition n'est pas identique partout et certaines plateformes connaissent plus ou moins de succès en fonction des régions, comme le détaille le graphique ci-dessous. En France, par exemple, l'utilisation de WhatsApp est restée faible plus longtemps qu'ailleurs, ce qui peut s'expliquer par le fait que les SMS sont gratuits et illimités dans la plupart des forfaits, alors que ce n'est pas systématiquement le cas dans le reste du monde. Mais les plateformes de messagerie instantanée ont pourtant réussi à gagner 52 % de la population française en 2018 (chiffres Arcep).

Figure 1.3 Nombre d'utilisateurs actifs des réseaux sociaux en France et dans le monde en janvier 2019



Source : © Agence Tizz (www.tiz.fr).

Le bug constitutif de l'informatique

Gérard Berry, professeur au Collège de France sur la chaire « Algorithmes, machines et langages », a toujours eu le souci de ne pas contribuer aux mythologies numériques pour remettre les non-spécialistes face aux capacités et aux contraintes propres à l'informatique. Il a ainsi qualifié l'ordinateur de « complètement con » dans une interview de 2015 (*Rue 89*, 1er février) pour mieux faire comprendre à quel point un algorithme suppose une décomposition fine de tâches très simples qu'il faut suivre et répéter sans interprétation. Il a aussi montré [Berry, 2008] comment la fiabilité des systèmes d'information ne pouvait ignorer que le bug est constitutif de l'informatique et non un défaut périphérique, provisoire ou produit de l'incompétence.

Pour le génie logiciel, en effet, la fiabilité constitue un enjeu industriel considérable. La sécurité dans les systèmes critiques fait l'objet de toutes les attentions et chaque situation oblige à des diagnostics très fins pour tenter d'anticiper les risques puis d'apprendre des échecs, depuis les échecs les plus sévères comme le vol Ariane 501 en 1996 ou les plus ordinaires comme les plantages à répétition d'un ordinateur qui ne font parfois que gêner le confort d'usage. Le débuggage représente dès lors un coût majeur qui comporte des tests, une procédure itérative de révision et la mobilisation de méthodes formelles.

Malgré tous ces apprentissages, G. Berry précise qu'aucune garantie n'est possible contre le bug car la combinaison des conditions est devenue non calculable. Ce qui rejoint les propos de Turing selon qui, pour les machines discrètes, les opérations sont tellement nombreuses que les résultats sont imprévisibles (ce qui constitue de fait une philosophie de la machine qu'il serait bon de ne pas oublier lorsqu'on prétend tout confier à des systèmes toujours plus fiables dans la lignée la plus moderniste de la maîtrise totale). À l'opposé de ces fantasmes de maîtrise, les

spécialistes de fiabilité n'ont d'autres solutions que de prévoir la redondance des systèmes en espérant qu'ils ne tombent pas en panne en même temps et les utilisateurs ordinaires, eux, doivent au contraire abandonner tout principe de maîtrise et même d'apprentissage de leurs supposées erreurs : ils doivent surtout apprendre à réinitialiser à chaque plantage.
Cette tolérance à l'erreur est une posture cognitive radicalement nouvelle et plutôt difficile à intégrer pour des générations formées soit à ne pas supporter l'erreur, soit à considérer qu'il s'agit d'une phase de l'apprentissage qui ne doit pas être répétée par définition, soit à abandonner parce qu'ils se voient renvoyés à leur supposée incompétence. Dans le public, la notion de bug fut rendue populaire grâce au « bug » de l'an 2000 (Y2K)… qui n'était pas un bug ! Il s'agissait d'un choix technique effectué sous contrainte dans les années 1960 et qui consistait à coder la date en deux chiffres et non en quatre : 1901 était codé 01 et donc équivalent à 2001 (et cela avec les anciens langages de programmation comme le Cobol). Les choix techniques les plus « raisonnables » ont des conséquences inattendues lorsque le numérique devient pervasif : toutes les « puces » présentes dans le moindre de nos appareils, dont les ascenseurs, sont devenues visibles à ce moment de la panne (potentielle).

L'autonomisation du calcul : le saut du Machine Learning des années 2010

Les principes de l'informatique ont certes été durablement fondés par Turing, mais il s'est produit, durant les années 2010, un saut indéniable à travers les techniques d'apprentissage, qui ont bouleversé toute l'industrie et enflammé les imaginaires. Elles sont souvent agrégées dans le mouvement général de l'intelligence artificielle (IA), dont on fait remonter l'histoire à 1956, au Darmouth College, avec John McCarthy en 1957, puis avec Newel et Simon [Breton, 1987 ; Cardon, 2019]. Mais cette histoire est faite à la fois de paradigmes, de conflits, d'hivers et de printemps. Cardon, Cointet et Mazières [2018] en proposent le récit le plus clair, qui permet aussi d'entrer dans la diversité des approches et de comprendre les raisons de leur succès. Il vaut mieux être expert du domaine pour pouvoir vraiment entrer dans ces débats et reconstituer l'histoire des différentes tribus qui ont peuplé cette intelligence artificielle [Domingos, 2015]. Domingos parvient à restituer de façon historique et logique les principes des oppositions entre 5 grandes approches qui se sont combattues mais qui désormais constituent une forme de complémentarité dans les façons de faire du « *Machine Learning* ». Il est en effet préférable de garder ce terme (ML) pour parler de ces techniques et réduire ainsi l'aura inévitable du terme « intelligence artificielle » (IA). Ces techniques reposent sur des méthodes d'« apprentissage », qui constitue le terme clé.

Pour introduire à cela, partons d'un algorithme que tous pratiquent sous une forme ou sous une autre, la « descente de gradient » qui résume à elle seule l'esprit de l'apprentissage. Cette manière d'apprendre consiste à évaluer l'erreur commise par la valeur actuelle du modèle (en le testant sur

les données d'apprentissage), puis à modifier le modèle en suivant la plus forte pente possible de la courbe d'erreur, afin de minimiser cette dernière. Cet algorithme est assez présent dans la nature : ainsi, un spermatozoïde suit la plus forte pente de concentration chimique des marqueurs d'ovule pour se diriger vers celui-ci, un moustique suit la plus forte pente de la courbe de luminosité d'un lieu pour remonter à la lampe qui émet la lumière, etc. Dans toutes les situations, la descente (ou la remontée) du gradient permet de retrouver un minimum (ou un maximum). Dans le cas du ML, la descente de gradient est un déplacement dans l'espace des paramètres pour retrouver la configuration du modèle qui minimise l'erreur commise sur les données d'apprentissage [Boullier et El Mhamdi, 2019]. Domingos identifie 5 « modèles conceptuels » du *Machine Learning* : les symbolistes, les connexionnistes, les analogistes, les bayésiens et les évolutionnistes. Chaque tribu, comme il les appelle, tient à un noyau de croyances spécifiques, qu'il a tendance à purifier pour des raisons didactiques.

Les *symbolistes* insistent sur l'observation du monde et sur l'exploitation des connaissances existantes pour construire leurs modèles, sous forme d'ontologies. Cette approche était très utile pour rendre acceptable l'ingénierie des connaissances qui en est issue à partir des années 1990. Les arbres de décision sont un des types d'algorithmes fondés sur cette approche symboliste et peuvent être utilisés pour classifier tous types d'entités. Les *connexionnistes* sont nés avec le souci de construire un ordinateur analogue à la pensée humaine, résumée en fait aux opérations identifiables dans le cerveau, conçu lui-même comme un réseau de neurones. La rétropropagation permet d'ajuster et de pondérer synapse après synapse, couche après couche, logiquement constituées. Les réseaux de neurones ont failli être disqualifiés à un certain moment, mais ce sont eux qui connaissent désormais la notoriété avec ce qu'on appelle le « *Deep Learning* », fameux pour ses performances en reconnaissance d'image notamment. Chaque couche de paramètres est empilée de façon à compiler toutes les couches pour optimiser le calcul et obtenir ainsi du « *Deep Learning* ». Les *analogistes*, en mobilisant les méthodes des plus proches voisins (*Nearest Neighbor* ou *K Nearest Neighbor*) ou le SVM (« *Support Vector Machine* » ou séparateur à vaste marge), peuvent sécuriser leurs classifications en trouvant la frontière qui sépare deux classes différentes par la plus grande distance possible. Tous les services de recommandation et de *matching* entre offres et demandes reposent largement sur ces approches analogistes qui peuvent demander un

travail très fin sur tous les « *features* », toutes les propriétés des entités du domaine exploré. Les *bayésiens* sont devenus omniprésents dans quasiment tout programme de ML. Les probabilités permettent à la fois de traiter des ensembles de données bruitées ou incomplètes mais aussi de traiter le degré de croyance dans toute mesure, comme l'avait établi Bayes. Les probabilités relèvent ainsi de deux approches comme le résumait Ian Hacking [2002] : les approches fréquentistes et les approches épistémiques. L'inférence probabiliste est ainsi devenue incontournable dans le panier des modèles conceptuels. Enfin, les *évolutionnistes* proposent en quelque sorte une forme de métaprocédure pour évaluer la performance des algorithmes pour traiter un problème donné.

Les tribus du *Machine Learning* ont été plus ou moins prospères selon les époques, mais les années 2010 ont vu la domination progressive du connexionnisme et spécialement du *Deep Learning*, en grande partie parce que les capacités de calcul ont évolué avec l'utilisation des cartes graphiques (GPU) et non plus des CPU avant que n'apparaissent les processeurs dédiés aux réseaux de neurones dits TPU (*Tensor Processor Units*). Et aussi parce que la traçabilité généralisée des comportements et des événements sur toutes les applications (notamment dites sociales) a généré des volumes de données inédits permettant de faire fonctionner ces algorithmes (qui ont besoin de sets de données d'apprentissage avant de traiter les données finales) sans avoir à construire des modèles du monde. Mais cette approche historique et conceptuelle pluraliste est importante pour ne pas donner prise aux fantasmes sur UNE intelligence artificielle, alors qu'il existe seulement plusieurs techniques d'apprentissage, plus ou moins optimales selon les domaines d'application.

Les avancées du *Machine Learning* se sont avant tout fait connaître du grand public par leurs succès dans des épreuves de jeu (échecs puis jeu de go) mais les progrès en reconnaissance d'image et en traduction ont eu des impacts directs dans de nombreux secteurs. Le jeu de go est une épreuve reine pour les algorithmes car le nombre de combinaisons y est supérieur au nombre d'atomes dans l'univers. Au départ, les réseaux de neurones d'AlphaGo ont été entraînés sur 30 millions de coups joués par des experts : la prédiction juste des coups avait alors atteint 57 % des cas (contre 44,4 % jusqu'alors). Puis, l'apprentissage renforcé permit d'atteindre un taux de victoire de 99,8 % contre les autres programmes de jeu de go (1 cas sur 500). En octobre 2015, le champion européen de go, Fan Hui, fut battu par

AlphaGo (5 jeux contre 0). En mars 2016, AlphaGo gagna contre l'un des meilleurs joueurs du monde, Lee Seedol. Grâce à l'apprentissage par renforcement, l'algorithme AlphaZero (de la société Deep Mind, firme appartenant à Alphabet) a appris à jouer contre lui-même d'abord par coups aléatoires avec pour seule connaissance les règles du jeu, et a réussi à battre les meilleurs programmes de jeux d'échecs, de shogi et de go (dont AlphaGo). AlphaZero compense la quantité des positions calculées en se concentrant sur les meilleurs coups à jouer (avec le plus de probabilité de victoire) [Silver *et al.*, 2017, p. 4-5]. Tensorflow (successeur de DistBelief), la bibliothèque d'algorithmes de *Machine Learning* qui sont à la source des progrès actuels, a été mise en *open source* par Google en 2015 et est donc disponible pour toute la communauté. En 2019, on peut recenser plus de 50 000 projets qui le référencent sur Github[4]. Ce choix de diffusion indique bien que l'on a affaire à une technologie de base en cours de maturation dont les domaines d'application sont encore à explorer : personne n'a dès lors intérêt à tenter de capter une rente sous forme de brevets quand la mobilisation d'une large communauté est indispensable pour valider toutes les briques de ce projet.

La reconnaissance d'image a fait des progrès remarquables dans les années 2010, notamment à l'occasion de compétitions. ImageNet est ainsi une base de données d'images créée en 2009, organisée selon la hiérarchie de Wordnet, et qui recoupe alors 10 millions d'images étiquetées manuellement qui correspondent à plus de 10 000 catégories d'objets (des « *synonym sets*[5] »). Le taux d'erreur d'étiquetage automatique d'images passe de 28 % en 2010 à 3 % en 2016, tandis que celui d'un être humain est de 5 % [AI Index 2018, p. 61[6]]. La mobilisation d'armées de tâcherons est une des conditions pour entraîner ces algorithmes, soit en les payant à la tâche avec la plateforme *Mechanical Turk* d'Amazon, soit par l'activité ordinaire des utilisateurs comme avec le système Captcha [Casilli, 2019].

De même, pour la traduction, les performances radicalement supérieures de Google Translate et de DeepL à partir de 2017 sont dues aux réseaux neuronaux mais aussi à la masse d'exemples que certaines entreprises ont pu accumuler pour mettre à l'épreuve les corrélations trouvées à travers tous les textes fournis en ligne par les utilisateurs ordinaires. Tous les autres domaines ont pu bénéficier de l'avancée dans le « *text mining* » et la traduction puisque les approches utilisées sont formelles, non sémantiques et reposent sur une vectorisation des éléments d'un texte : toutes les entités

(mots ou sacs de mots) sont plongées (*embedded*) dans un univers statistique de textes d'un domaine voisin qui permet de leur attribuer des scores de distance et de proximité purement statistiques, de les vectoriser. Et cela s'applique désormais à tous les domaines dont on récupère des traces en masse :

> « On assiste aujourd'hui à une généralisation de la procédure de plongement (*embedding*) qui s'étend progressivement à tous les domaines applicatifs : les réseaux deviennent de simples points dans un espace vectoriel avec graph2vec, les textes avec paragraph2vec, les films avec movie2vec, le sens des mots avec sens2vec, les structures moléculaires avec mol2vec, etc. Selon la formule de Yann LeCun, l'ambition des concepteurs des machines connexionnistes est de mettre le monde dans un vecteur (world2vec). Au lieu de transformer les entrées en symboles articulés par un tissu de concepts interdépendants, cette vectorisation fabrique des voisinages entre des propriétés internes aux éléments du corpus d'apprentissage » [Cardon, Cointet et Mazières, 2018].

Ce pouvoir de mise en relation par la seule vertu des différences et similarités traitées comme vecteur est un point clé, à la base de toute classification et cela a même été thématisé comme constitutif d'une « classe vectorialiste » chez McKenzie Wark [2013] qui l'étend cependant à la maîtrise de toutes les infrastructures de circulation de l'information – ce qui peut contribuer à brouiller le concept.

Quand on connaît les conséquences de la diffusion de la traduction imprimée de la Bible en allemand vernaculaire par Luther, il faut souligner ce changement culturel profond que le *Machine Learning* appliqué à la traduction est en train de réaliser. Ce qui se fait sur les textes permet déjà de dépasser des barrières linguistiques à une vitesse inédite mais pourra bientôt être étendu aux conversations ordinaires : c'est déjà le cas avec les traductions écrites des agents conversationnels et cela le devient aussi sur le mode oral dans des applications disponibles sur les téléphones mobiles. La division du monde en langues marquait les différences de cultures puis a servi à fonder souvent les nations. Elle semblait disparaître au profit d'un *globish*, *lingua franca*, reflet de la domination américaine. Mais, finalement, cette diversité pourrait être préservée sans empêcher la traduction et la circulation des connaissances et des expressions. Les conséquences

politiques de ces amplifications sont encore ouvertes, mais lorsque les armées de traducteurs européens seront équipées voire remplacées par des échanges quasi immédiats entre tous les citoyens d'un continent voire du monde, les institutions ne pourront qu'en être ébranlées.

Ces progrès considérables ont cependant fait émerger un débat sur l'interprétabilité du *Deep Learning*, version du *Machine Learning* qui utilise les réseaux neuronaux (les scores de 3 % d'erreurs dans la reconnaissance d'image sont ainsi obtenus avec 152 couches de neurones, ce qui explique la notion de profondeur). Il devient impossible aux *data scientists* eux-mêmes de rendre compte des choix effectués par les algorithmes, en matière de pondération, de rétropropagation, etc. Certains ont même mis en garde sur le fait que nous entrions ainsi dans une ère « d'alchimie » [Rahimi, in *Medium*, le 12 décembre 2017]. Yann Le Cun, responsable de l'intelligence artificielle chez Facebook et prix Turing en 2019, avait vertement répondu que cela avait toujours été le cas (l'effet « boîte noire ») et que l'efficacité était là malgré tout. L'interprétabilité du *Machine Learning* est cependant devenue un enjeu majeur de l'époque, dans sa version algorithmique au moins, voire plus largement pour les experts des domaines, ou encore pour les décideurs en général et les citoyens. Les alertes vigoureuses de Musk, Gates et Hawkins qui avaient publié une lettre ouverte en 2015 se sont quelque peu atténuées ou compliquées, le premier maintenant le cap d'une méfiance radicale, adressée surtout au projet philosophique associé, celui dit de la « singularité », le second considérant que l'IA est « à la fois porteuse d'espoirs et dangereuse », le dernier, Hawkins, se ravisant peu avant sa mort. Les débats publics sur les stratégies numériques sont désormais régulièrement focalisés sur les perspectives de l'intelligence artificielle, il reste aux sciences sociales à trouver les clés d'un déchiffrement de ces discours contradictoires, déchiffrement qui nécessite d'entrer plus précisément dans la compréhension des algorithmes et de l'activité de ceux qui les fabriquent, comme nous le verrons au chapitre 3.

Histoire des télécommunications

Entrer dans l'histoire de l'informatique nous a obligatoirement conduits vers les réseaux et vers les télécommunications car il devient désormais impossible de les démêler. Cependant, il est nécessaire de rappeler que le monde des télécommunications est beaucoup plus ancien que celui de l'informatique et qu'il a longtemps vécu hors du numérique. À tel point que les cultures des ingénieurs qui ont dû coopérer dans les années 1970 et 1980 pour créer les architectures techniques hybrides que nous connaissons, restaient assez éloignées, voire conflictuelles. Les formes prises par nos réseaux numériques actuels gardent trace de cela, trace de l'histoire longue des télécommunications alors que les développements à venir de l'informatique sont largement marqués par la connectivité et la mobilité, ce qui rend impossible désormais toute distinction. L'histoire longue des télécommunications présente l'avantage d'avoir été bien étudiée par des chercheurs comme Catherine Bertho-Lavenir [1981], Patrice Flichy [1991] ou Pierre Musso [1998] et à l'étranger par Claude Fisher [1992] ou Ithiel de Sola Pool [1977] par exemple. Les références à leurs travaux sont incontournables pour nourrir les quelques points saillants que nous voudrions mettre en avant ici, de façon certes trop sommaire.

Les télécommunications ont une longue histoire et ont fini par créer des systèmes techniques et institutionnels nationaux et internationaux qui, pour une bonne part, ont survécu. Les grands opérateurs historiques, les grandes institutions de normalisation internationales (ITU), sont toujours présents et jouent des rôles majeurs bien au-delà du téléphone qui faisait leur cœur de métier. Cependant, si ce modèle technique et institutionnel remonte au début du XIXe siècle, il fut particulièrement bousculé par les dérégulations des années 1980 ainsi que par l'arrivée du numérique. Nous insisterons seulement sur les moments clés qui ont façonné les architectures techniques et institutionnelles et qui ont encore une pertinence pour notre époque.

Le télégraphe

Le télégraphe optique inventé par Claude Chappe et dont la première ligne entre Paris et Lille est opérationnelle en 1794 paraît de ce point de vue bien loin et peu pertinent. Pourtant, plusieurs éléments doivent être signalés qui permettent de comprendre ce qui compose toute stratégie numérique. Lorsque la Révolution française lance la première ligne de télégraphe optique qui suppose des tours à distance visibles entre elles tout au long de la ligne, la France est en guerre et doit se défendre en reliant plus activement les armées de Flandre et les centres de commandement : déjà l'enjeu militaire, que nous retrouverons, est présent et justifie les investissements. Plus tard, lorsque Napoléon étend le système jusqu'à Venise par exemple, il en fait un pilier technique de sa conquête territoriale. Il recompose la nation, l'Empire, en l'irriguant de réseaux de transmission : les territoires se forment à travers les réseaux qui les équipent et Internet n'y déroge pas, quand bien même c'est à l'échelle mondiale que cela se passe, dans un temps de globalisation. La mise en place de ce système technique repose sur un code de 92 signaux dits universels, code qui traduit bien la prétention de la Révolution française à donner au monde une « langue exacte » comme il est dit à l'époque, pour sortir des particularismes et des ambiguïtés du langage ordinaire. Le projet de modernisation des échanges passe déjà par une codification qui sera mise en œuvre par les algorithmes, qui transforment le langage et son impropriété en code univoque. Enfin, pour opérer un tel réseau possédant sa propre langue de signes, il faut constituer un corps professionnel, capable de manipuler les bras pour former les signes et de les interpréter rapidement en lisant ceux de la tour voisine. La formation de ce corps constitue l'un des piliers des télécommunications en France mais aussi dans plusieurs autres pays et se maintiendra presque en l'état jusqu'à la privatisation des opérateurs historiques dans les années 1980 et 1990.

Le modèle français du télégraphe privilégiait un instrument de gouvernement qui fut même transformé en monopole en 1837, cadre institutionnel qui demeura inchangé jusqu'en 1994, année de la privatisation de France Telecom, qui apparaît ainsi comme récente comparée à la longue durée du monopole. Cependant, les activités commerciales y étaient acceptées à partir de 1850, une fois le système technique transformé en télégraphe électrique. En effet, déjà, des modèles de gouvernance technologique différents étaient apparus. Le télégraphe électrique de William Cooke fut inventé en Angleterre en 1837 et c'est finalement le code Morse, créé en 1838, qui s'imposera. Ce réseau fut ainsi d'abord privé puis

nationalisé en 1868 en Angleterre, selon un mouvement exactement inverse à celui du monopole français, établi d'abord puis ouvert aux activités commerciales. C'est ainsi qu'un modèle européen finalement assez voisin finit par s'imposer et permit une coordination technique internationale : l'Union télégraphique internationale (UTI) est créée en 1865 et se charge de la régulation technique nécessaire à ces réseaux nécessairement transnationaux. Le problème est devenu bien plus complexe désormais avec la perte du rôle dominant des États dans la régulation d'un Internet ouvert ou contrôlé par des firmes globalisées. Les premières liaisons sous-marines sont posées en 1850 (liaison transmanche) et en 1865 (liaison transatlantique [Grıset, 2009]). Le principe technique du câble sous-marin semble donc ancien ; il reste pourtant le dispositif clé le plus fiable pour la connexion des continents et les investissements en fibre optique sous-marine continuent de jouer un rôle clé pour chaque territoire.

Le téléphone

L'invention du téléphone a été maintes fois racontée ainsi que les conflits d'attribution entre Graham Bell et Elisha Gray, qui déposèrent, à deux heures d'intervalle, leurs demandes de brevet le 14 février 1876. Rappelons seulement un élément technique qui permet de comprendre par la suite tous les enjeux de transmission du signal qui vont guider toutes les évolutions. Dans le microphone, le son produit une pression sur une membrane qui devient une vibration transformée en courant électrique proportionnel. Ces impulsions électriques peuvent être transmises sur un fil de cuivre par exemple et recomposées en sons dans l'écouteur du correspondant. Deux principes permanents dans toutes ces techniques de transmission ont déjà été observés en partie pour l'informatique : la décomposition d'un signal analogique continu en signal électrique élémentaire discret et sa recomposition lors de la transmission (principe du codeur/décodeur qui sera au principe de toute la théorie de l'information), la dépendance totale à l'électricité comme matière première de la transmission d'information (ce principe va être remplacé par la lumière qui nécessite cependant une impulsion électrique au départ).

De cette dépendance technique découlent des contraintes de distance qui seront sans cesse l'enjeu d'innovations car le signal tend à s'affaiblir et doit donc être répété tout en étant maintenu dans sa qualité initiale. C'est

pourquoi les premiers réseaux seront de faible portée, limitée à cinq banquiers à Boston en 1877. Comme pour le télégraphe, le modèle d'affaires combine un monopole national ou de fait, qui assure la standardisation technique, et une offre commerciale. En 1879, Bell se répartit les fonctions avec la Western Union qui gérait le télégraphe et promet de ne jamais faire passer de communication commerciale sur le réseau téléphonique, ce qui ne sera jamais respecté. Au contraire, Bell va créer dès 1885 AT&T qui sera pendant presque un siècle un monopole reconnu sur le territoire américain. La justification sera énoncée par Theodore Vail, directeur de AT&T en 1908 : « Un système, une politique, service universel. » Architecture technique, choix politique et offre de services sont ainsi directement associés et font figure de dogme. Cela n'empêcha pas une diffusion très contrastée du téléphone selon les pays, selon les régions et selon les groupes sociaux. Les États-Unis furent le pays des longues distances et l'équipement des fermes isolées constitua un pari et un choix politique majeur qui modifia considérablement les conditions d'usage [Fisher, 1992].

Cette diffusion en profondeur dans les campagnes contraste avec le modèle élitiste de la diffusion en France, puisque la bourgeoisie s'empara du téléphone pour ses affaires alors que l'aristocratie continua à mépriser cet appareil « qui vous sonne », comme le disait le général de Gaulle. Certains travaux indiquent aussi que la densité sociale des campagnes françaises peut expliquer la demande plus faible de connexion, ce qui constitue une explication par de supposés « besoins » intrinsèques qui déclenchent l'offre. En réalité, l'offre étatique ne daignant pas s'intéresser aux campagnes, les utilisateurs gardèrent leurs pratiques de sociabilité anciennes plus longtemps, alors même qu'ils passèrent à un mode connecté dès que la politique nationale changea de principe. C'est seulement dans les années 1970 que la France lança un plan de rattrapage de son retard d'équipement téléphonique en passant directement à une étape permettant de transmettre des données, la télématique (rapport Nora-Minc).

Or, ce retard à l'équipement produit aussi des effets commerciaux car la valeur d'un réseau et l'attractivité de sa connexion dépendent du nombre de correspondants que l'on peut joindre. Ainsi les premiers connectés ont accès à quelques personnes alors que les derniers arrivés bénéficient d'un nombre de correspondants très élevé. Cette loi empirique a été exprimée par Metcalfe et continue à expliquer la valorisation et l'attractivité différentielle des réseaux : « L'utilité d'un réseau est proportionnelle au carré du nombre

de ses utilisateurs. » Il est aisé de comprendre dès lors comment un réseau, qu'il soit téléphonique ou réseau social, comme ceux qui ont émergé dans les années 2000, ne procède que lentement au début car il faut faire preuve d'un certain volontarisme quand aucune de ses relations n'est encore connectée. À l'inverse, une fois le réseau lancé, les nouveaux arrivants se précipitent et obtiennent une utilité supérieure puisqu'ils sont à peu près certains de trouver des connectés qui les intéressent.

La dérégulation, intervenue dans les années 1980 sous l'impulsion des politiques libérales promues par Ronald Reagan et Margaret Thatcher, finit par toucher tous les pays et produisit un véritable big bang. Les opérateurs historiques furent ainsi confrontés à des logiques de marché, ce qui constitue une mutation profonde pourtant vite oubliée : songeons par exemple que la détention d'un second poste téléphonique d'un modèle non distribué par les PTT (mais conforme cependant) ne fut autorisée qu'en 1987 en France. Auparavant, tous les abonnés utilisaient donc le même téléphone gris PTT distribué gratuitement dans tous les ménages. Les États-Unis démantelèrent complètement AT&T en autant de compagnies régionales lors de l'action antitrust de 1984, de façon à bénéficier des avantages supposés de la concurrence. Pourtant, phénomène intéressant pour toutes les dérégulations observées dans cet univers du numérique, pour assurer leur compétitivité, les compagnies finirent par se rassembler lorsque AT&T, BellSouth et SBC fusionnèrent en 2007. La directive européenne de 1990 fut suivie de la loi de 1996 en France pour aboutir à l'ouverture complète du marché des télécommunications à la concurrence en 1998. En France et dans plusieurs pays, cela se traduisit par l'installation d'une nouvelle gouvernance fondée sur des agences, modèle désormais généralisé : l'ART puis l'ARCEP furent ainsi créées successivement. Cependant aux États-Unis, il faut noter que la *Federal Communications Commission* (FCC) existait depuis 1934 et qu'elle joua un rôle décisif dans l'organisation du marché bien avant la dérégulation, notamment pour les réseaux câblés par exemple.

La radio

La radio constitue une filière technique différente qui déboucha sur ce qu'on appelle désormais les *mass media* et pourtant, elle comporte une relation forte avec tout le secteur des télécommunications car son principe n'est pas réservé à cette version *broadcast* qui connut le succès que l'on sait. Le

principe des ondes électromagnétiques avait été établi par Heinrich Rudolf Hertz en 1887 et l'effet Branly démontré en 1890. Mais la transmission à distance n'avait pourtant aucun usage radiophonique selon les découvreurs eux-mêmes. Guglielmo Marconi reprit ces principes en 1895 pour démontrer la possible transmission des ondes sur de grandes distances, inventant ainsi la télégraphie sans fil (TSF). En 1901, eut lieu la première transmission transatlantique. Mais l'électronique émergente conduisit à une réinvention de la radio sur un modèle que l'on connaît désormais. Lee De Forest inventa la triode en 1906 mais en vit immédiatement les applications pour la transmission radio sous forme de radiodiffusion, sans modèle commercial toutefois. Ainsi la TSF, conçue sur le mode analogue au télégraphe ou au téléphone, c'est-à-dire de point à point, se transforma en projet de diffusion *broadcast*. Le modèle d'affaires en fut affecté. Pour la TSF, Marconi avait bénéficié là encore d'un financement militaire et de l'appui des grandes compagnies, notamment les compagnies d'assurances qui pouvaient ainsi suivre les navires. Il avait institué un monopole de fait sur ce type de communications. Mais la diffusion sonore de masse prit une tout autre tournure. Initiée par Westinghouse en 1920, elle donna lieu à une étonnante activité d'amateurs qui se lancèrent dans l'émission avec du matériel à faible coût mais aussi à faible portée. Les réseaux locaux, ancêtres du mouvement des radios libres, furent présents dès la naissance de la radio *broadcast* et créèrent un paysage totalement différent de celui des réseaux téléphoniques ou télégraphiques : tout se passa comme si les ondes étaient déjà moins contrôlables légalement parce que moins contrôlables techniquement, à la différence du fil qu'il faut installer et que l'on peut clôturer comme une propriété.

Mais la question du financement restait cependant problématique et les termes du débat étaient ceux que l'on retrouvera pendant toute l'histoire des télécommunications et des médias. Les groupes qui sont issus de la TSF plaidèrent pour une taxe alors que les groupes de téléphonie (c'est-à-dire ATT aux États-Unis) défendirent plutôt une rémunération indirecte *via* la publicité de façon à se réserver le régime des taxes pour leurs propres clients du téléphone. Aux États-Unis, un compromis fut trouvé en 1926 à travers le *radio group National Broadcasting Company* (NBC). Dans le même moment, les stations indépendantes se regroupèrent en réseau (CBS). Non seulement deux groupes médias majeurs furent ainsi créés mais leurs modèles de financement purent se maintenir pendant 70 ans environ. La

publicité ne faisait pas partie des modèles d'affaires des transmissions point à point, télégraphe et téléphone, mais à travers la radiodiffusion, elle devint dès l'origine une ressource clé des médias : or l'Internet commercial, né en 1995, s'empara très vite de ce levier de financement alors même qu'il trouve son origine dans une autre filière technique, l'informatique et les télécommunications. Comme on le voit, ce qu'on appelle convergence ne porte pas seulement sur les techniques mais aussi sur des combinaisons inédites de revenus qui ont façonné fortement toute l'architecture actuelle d'Internet.

De la même façon que pour l'informatique, il est nécessaire d'entrer dans le détail de certains des composants techniques des télécommunications pour comprendre comment des politiques différentes peuvent y être mises en œuvre et comment ces choix entraînent une modification des possibles sociaux. Les débats furent nombreux durant cette longue histoire et deux composants clés seront ici étudiés plus précisément : la commutation et les techniques de transmission. Le troisième composant des réseaux de télécommunications, le terminal, fera l'objet d'une discussion dans le cadre de la sociologie des usages, car cet aspect est très largement étudié alors que les infrastructures sont trop souvent oubliées par les sciences sociales.

Les commutateurs

Les télécommunications auraient pu fonctionner sans commutateur, ce qui aurait nécessité une ligne entre chaque correspondant quel qu'il soit et de ce fait, un encombrement de fils ingérable. Un commutateur permet de rapporter toutes les lignes des abonnés à un point central qui les redirige sur les branches du réseau partagé qui permettent d'atteindre ensuite les correspondants sur leur ligne particulière. Cette redirection et ce partage de tronçons communs peuvent être réalisés de différentes façons et des débats constants ont marqué l'histoire des télécommunications entre commutation manuelle, semi-automatique ou automatique. Le problème est bien entendu directement lié à l'échelle du réseau, au nombre de correspondants à relier. En 1878, le premier commutateur devait gérer 21 abonnés, celui de Moscou en 1910 devait en gérer 60 000 et cela changeait tout. Les demoiselles du téléphone font partie de l'imagerie populaire mais n'oublions pas, comme le rappelle Catherine Bertho-Lavenir, que ces agents des PTT, opérateurs manuels, ont été en fonction jusqu'au début des années 1970 en France dans

certaines régions rurales, jouant un rôle de mise en relation un peu particulier dans une société d'interconnaissance forte. Pourtant, des modèles de commutateurs électromagnétiques ont été conçus dès 1889 (le Strowger) et ont évolué vers le tout électronique avec le Crossbar en 1935. Mais tous reposent cependant sur le même principe de la *commutation par circuit.*

Or, la mutation clé qui permet de comprendre tout Internet repose sur la *commutation par paquets*. Principes techniques différents, modes de gestion du réseau et d'allocation des ressources du réseau très différents et, dirons-nous, modèles sociologiques différents aussi. Le réseau téléphonique commuté (RTC) utilisé couramment jusqu'au début des années 2000 en France fonctionnait à la *commutation par circuit*. Cela signifie qu'un circuit était ouvert en permanence entre deux correspondants dès lors qu'ils s'étaient connectés. Ils pouvaient rester silencieux, sans aucun signal transmis, le circuit devait rester ouvert et occuper ainsi de la ressource réseau puisqu'il n'était pas possible d'allouer cette ligne à d'autres correspondants. La commutation par paquets est inventée en 1965 par AT&T mais réellement mise en œuvre seulement avec Internet à partir de 1974. Le principe consiste à fractionner les signaux (une conversation par exemple et sa traduction en signal électrique) en paquets, tous de même format, avec un en-tête. Ces paquets ainsi identifiables seront reconstitués à l'arrivée dans leur intégrité mais ils auront emprunté entre-temps tous les parcours possibles décidés non par un « central » mais par des routeurs disposés tout le long du parcours et qui évaluent le « *best effort* », le meilleur circuit pour optimiser l'usage du réseau en fonction de son encombrement.

Entre la commutation par circuit et la commutation par paquets, il fallait une autre mutation, le passage au numérique des commutateurs. Non pas que tout cela ne fonctionne plus avec de l'électricité, mais cette électricité est issue de 0 et de 1 qui ont été produits par des algorithmes et non directement produits par les variations des membranes, par exemple dans le cas des microphones. Le monde analogique a été remplacé par le monde numérique et cela change tout, sauf l'électricité. De cette mutation naît le rapprochement, dans les années 1970, entre cultures des ingénieurs informatiques et des ingénieurs télécoms, au prix de nombreux conflits et luttes de préséance, surtout lorsqu'existe comme en France un corps professionnel associé à l'État. Les commutateurs ont dû se transformer en commutateurs électroniques numériques (le premier au monde étant celui d'Alcatel E10 en 1970). La captation de la voix et sa transmission ont été

numérisées et la voix a été échantillonnée (c'est-à-dire compressée en éliminant toutes les fréquences jugées non perceptibles par les auditeurs ordinaires). Enfin, les réseaux se sont entièrement numérisés et en France, l'opération se réalisa plus rapidement que dans d'autres pays (avec Transpac en 1978 et le RNIS en 1987) précisément parce que le retard d'équipement téléphonique était plus important en France qu'ailleurs. C'est dans ce mouvement que naîtra le Minitel, symbole de la télématique.

Deux commutations, deux modèles sociologiques

La commutation est une architecture clé qui fonctionne comme matrice technique et culturelle du monde des télécommunications mais de toute une époque, au sens historique du terme, ainsi que l'avait bien vu Marc Guillaume [1999]. Une forme de théorie sociologique de la commutation avait été produite par Georg Simmel [1999] quand il considérait les identités comme situées à « l'intersection entre mondes sociaux », contre toute définition substantielle des identités. La ville était alors l'exemple le plus démonstratif de cette capacité à passer d'un monde social à l'autre, parfois en changeant totalement d'identité. Cette interprétation a été prolongée par des travaux comme ceux de Anselm Strauss dans *Miroirs et masques* [1959] et dans sa théorie des mondes sociaux (*social worlds*) [1992] qui fut d'ailleurs appliquée à l'informatique par Rob Kling et Elihu M. Gerson [1977, 1978]. Or, la commutation téléphonique permet de réaliser techniquement ce passage d'un monde social à l'autre, en éliminant les contraintes de l'espace qui restent le propre de la ville. Les modes de réalisation technique de la commutation sont alors décisifs pour donner une forme particulière à ces circulations entre identités et entre mondes sociaux.

La commutation par circuit est synchrone, elle s'appuie sur des identités repérables par un numéro unique et localisable, ce qui rétablit en fait le modèle spatial classique, d'autant plus qu'elle suppose une dépendance à un centre, le central téléphonique. En termes de théorie sociologique, on pourrait dire qu'il s'agit de la meilleure représentation du « sens des places » comme aurait dit Bourdieu, où le centre/central joue plus qu'un rôle de répartiteur puisqu'il organise les territoires à sa façon en maillant l'espace avec des identifiants d'arrondissements à Paris, puis de départements, enfin de grandes régions en France ou de villes et de régions dans tous les pays. La commutation par paquets est au contraire asynchrone, elle repose sur un

modèle temporel qui ouvre les circuits nécessaires seulement pour faire passer les paquets, sans pouvoir décrire une architecture ou un parcours type puisqu'il dépendra de la situation d'encombrement. Les routeurs ne sont plus des centraux et potentiellement, toute machine pourrait jouer ce rôle puisqu'elles possèdent toutes idéalement les mêmes capacités que les terminaux des utilisateurs. Cette architecture est centrée messages ou données, car ce sont leurs circulations qui créent le réseau *ad hoc* pour atteindre l'adresse finale.

La seule référence spatiale reste celle de l'adresse IP, qui suppose malgré tout une architecture institutionnelle des noms et des chiffres gérée mondialement par une institution étrange, l' *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers* (ICANN), ou par les autorités chinoises qui se sont séparées du DNS mondial en 2007 (système de gestion des noms de domaine). L'incertitude gouverne donc ce mode de commutation où les éléments clés sont les *headers* (en-têtes faits de métadonnées) transmis avec chaque paquet, paquets qui sont rendus uniformes (64 bits) pour faciliter la standardisation des transferts. Les modèles sociologiques de la société telle que pensée par Émile Durkheim [1893] supposent des identifiants stables et la commutation par circuits repose sur ces identités des personnes abonnées. Ceux de la commutation par paquets doivent mobiliser une autre sociologie où les flux constituent les entités, selon un point de vue transductif, comme le proposait Gilbert Simondon [1989] ou selon les principes de l'imitation tels que définis par Gabriel Tarde [1895].

Si nous insistons sur ces architectures, c'est parce qu'elles modifient totalement le mode de pilotage des réseaux, puisque les centraux ont disparu en quelque sorte, menaçant ainsi des positions de contrôle acquises. Mais c'est aussi parce que les réseaux sont, depuis le XVIIIe siècle au moins, au cœur de la pensée sociale et politique, utilisés à la fois comme projets mais aussi comme métaphores puissantes qui continuent d'ailleurs à inspirer un grand nombre de discours politiques. Pierre Musso [1998] en a dressé un panorama complet et a montré la fécondité et en même temps la confusion introduite par cette métaphore. Ainsi pour Saint-Simon (1760-1825) et surtout pour les saints-simoniens, les réseaux furent la métaphore parfaite de l'égalité des frères contre la hiérarchie du père et ce faisant, Saint-Simon sortait le concept de sa connotation biologiste (le réseau sanguin ou le cerveau). Mais loin de rester une métaphore ou une théorie, les réseaux inspirèrent les politiques industrielles que les saints-simoniens conduisirent durant le

XIXe siècle, avec les réseaux de chemin de fer et de l'eau notamment. Le modèle des ingénieurs sociaux, qui s'est particulièrement développé en France à la suite du colbertisme, a largement mobilisé ce concept de réseau pour penser ses politiques d'aménagement technique des territoires. Le XIXe siècle peut être ainsi dit l'âge des réseaux avant même l'ère du numérique, mais il s'agissait avant tout de politiques de construction des États-nations, ce qui fait toute la différence avec les réseaux globalisés du XXe siècle. Mais le débat politique entre architectures était déjà présent, comme le montrait Proudhon [1855] qui proposait de réformer l'exploitation des chemins de fer pour faire des choix politiques à travers la structure des réseaux. Kropotkine proposait la même démarche pour l'électricité.

Entre les modèles centralisés des ingénieurs de l'État et les modèles décentralisés ou distribués des anarchistes, la bataille fut quelque peu déséquilibrée mais elle signale que les choix d'architecture technique restent des choix politiques, comme l'a montré Lawrence Lessig [1999].

Les modes de transmission sont des politiques

Les propriétés techniques des réseaux de télécommunications sont plus souvent abordées par les modes de transmission comme on peut le lire dans la presse à propos des campagnes pour le déploiement de la fibre optique ou du wifi. La sociologie doit-elle s'intéresser à ces particularités ou se contenter de noter comment les échanges se déroulent indépendamment de leurs supports ? Nous souhaitons montrer ici à partir des travaux de nombreux chercheurs historiens ou spécialistes de l'innovation ou de la ville, que chacun des choix effectués dans les techniques de transmission encapsule des modèles sociaux qui auront des conséquences très lourdes sur l'étendue du déploiement des réseaux. Les modes de transmission se répartissent en deux groupes, la transmission filaire (comportant des techniques très différentes : paire de cuivre, câble coaxial, fibre optique) et transmission hertzienne (radio dite terrestre, avec antennes au sol, et satellite).

Les transmissions filaires

La paire de cuivre est la technologie la plus ancienne mais elle a obtenu plusieurs prolongations de vie assez étonnantes. Elle équipait tous les foyers qui s'abonnaient à la téléphonie fixe jusqu'à récemment. Dans les pays

développés, son installation dans tous les domiciles a constitué un investissement long et coûteux que les opérateurs historiques n'étaient pas prêts à abandonner aussi vite. D'autant qu'en France par exemple, il fallut attendre le rattrapage des années 1970 pour parvenir en 1985 à un taux d'équipement de 50 lignes pour 100 habitants (soit 9/10^{e} des ménages) alors que l'on comptait 3,4 lignes pour 100 habitants en 1950. D'autres pays n'ont même jamais eu les ressources suffisantes pour déployer un réseau filaire, ce qui leur permet de passer directement aux réseaux mobiles en évitant le coût considérable engendré par le génie civil des lignes fixes (pose de câbles, de poteaux, de lignes, de répartiteurs, etc.). Ainsi, dans certains cas, le retard peut créer l'avantage de pouvoir sauter un stade technologique. Le câble coaxial fut utilisé massivement dans certains pays comme les États-Unis ou l'Allemagne pour diffuser les signaux de télévision, alors qu'en France cette technique fut peu déployée : il faut y voir la traduction des cadres réglementaires des médias dans ces pays selon que les chaînes privées étaient largement autorisées depuis longtemps ou au contraire impossibles, par exemple, jusqu'en 1984 en France.

C'est désormais la fibre optique qui fait l'objet de tous les investissements et l'on aurait pu croire qu'elle emporterait tout sur son passage. La première fibre à transmission laser (un faisceau lumineux) avait été produite en 1958 et le rôle de la silice (le verre) découvert en 1970. Le test des premières fibres de verre fut réalisé dès 1977. Cependant, le coût de déploiement d'un tel réseau nouveau est resté pendant des années un obstacle majeur. Car pendant ce temps, les techniques liées à la paire de cuivre ont évolué, notamment en introduisant une notion fort sociologique, l'asymétrie, à travers l'ADSL (*Asymetric Digital Subscriber Line*). On s'aperçut alors que, selon les techniques utilisées dans les centraux téléphoniques, il était possible d'augmenter largement les capacités de ces vieilles paires de cuivre au point de leur faire supporter des flux vidéo, ce qui est encore le cas pour la plus grande partie des abonnés à Internet en France en 2015. Les débits sont fournis de façon asymétrique sur ces lignes, en privilégiant les débits descendants, c'est-à-dire du central vers l'abonné tandis que son débit montant (lorsqu'il envoie lui-même des données) est limité. Les architectes de l'ADSL prenaient acte ainsi d'une situation asymétrique constitutive des réseaux et en particulier d'Internet naissant dans les années 1990 : la plupart des abonnés sont des spectateurs ou consommateurs de données (voix, texte, image fixe et animée, et autres données) et non des producteurs. Pourtant, en

inscrivant cette asymétrie dans l'architecture même du système de télécommunications, ils avaient tendance à l'amplifier, puisque l'internaute qui voudrait utiliser son PC comme serveur pour diffuser des films se rendrait vite compte des limites qu'on lui impose.

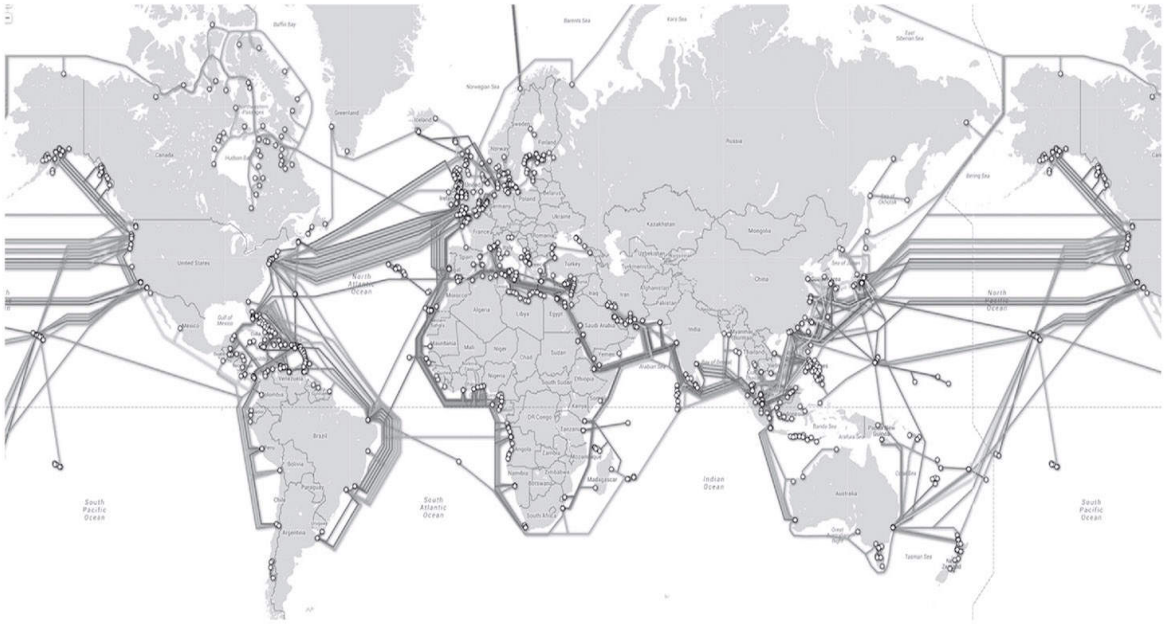
Cependant, un autre avantage de l'ADSL permettait de rétablir la balance et de provoquer une véritable controverse technologique qui ne fut jamais vraiment explicitée : la base équipée des abonnés en paire de cuivre est la seule suffisamment importante jusqu'à présent pour assurer le succès d'offres de service telles que celles qui furent créées dans les années 1990 (où le très haut débit n'apporte guère d'avantages). Innover en ne visant qu'un public raccordé au haut débit ou très haut débit, c'était se condamner à regarder passer les trains en adoptant une politique *high-tech* sans marché. Chose plus étrange, alors que la fibre optique se déploie, la question politique de l'asymétrie de cette fibre est évacuée alors qu'elle reste posée selon le type d'architecture de réseau en fibre qui est adopté. Ainsi, connecter le domicile d'un abonné avec une fibre spécifique (FTTH – *Fiber To The Home*) coûte très cher mais permet en théorie de lui assurer une symétrie entre débits montants et descendants puisqu'il est seul à l'utiliser, même si commercialement, cette offre symétrique se limite souvent aux entreprises. La Corée du Sud par exemple a équipé quasiment tous ses abonnés de ce type de fibre. Ailleurs, et le plus souvent en France, la fibre est partagée par tout l'immeuble, ce qu'on appelle FTTB, *Fiber To The Building*, voire FTTP, *Fiber To The Premises*, c'est-à-dire dans la rue. Il va de soi que l'asymétrie est alors totale car le partage des débits rend impossible un flux montant (*upload*) important simultané de la part de tous les habitants alors qu'ils doivent déjà la partager en flux descendant. Lorsqu'une politique d'aménagement du territoire comporte un volet qui veut favoriser l'installation d'entrepreneurs indépendants par exemple, le débit montant qui permet de « uploader » des fichiers volumineux est un critère important. Mais le débat politique ou médiatique porte seulement sur « la fibre, la fibre » et ne permet pas de comprendre les conséquences de ces choix d'architecture. L'installation actuelle de fibre asymétrique à marche forcée se révélera vite obsolète lorsque les technologies symétriques seront disponibles puisque le standard XGS-PON a été adopté en 2017, permettant des débits symétriques de 10 Go/s.

Certes, les investissements ne sont pas de même nature, mais la communication sur ces modèles différents est en permanence esquivée. Cela

fait dire à Benjamin Bayart [2007] que, sans choix d'architecture symétrique, nous sommes en route vers un « Minitel 2.0 », avec la même dépendance à un serveur central et peu de capacités de production et de diffusion de la part des abonnés. La controverse est par ailleurs largement étouffée par les pressions des opérateurs historiques qui se voient obligés soit de partager leur réseau historique en paire de cuivre (ce qu'on appelle le dégroupage), soit de mutualiser des investissements avec des nouveaux entrants qui de leur côté font tout pour minimiser les coûts. On comprend mieux que, pour une industrie pourtant florissante car le consentement à payer reste élevé sur ces secteurs, la seule politique commune consiste à faire pression sur les États pour les inciter à investir dans la plus pure tradition colbertiste qui avait été pourtant condamnée lors des phases de dérégulation.

De nombreuses autres asymétries peuvent être identifiées dans ces choix techniques, elles constituent la carte sociale des inégalités d'accès aux réseaux, qui sont à chaque fois présentées comme des impératifs techniques. Ainsi, la couverture ADSL des territoires est très différenciée puisque techniquement, la distance limite de connexion à un central de ce type est de l'ordre de 4 km, ce qui condamne toutes les zones rurales (qui deviennent alors des « zones blanches »). Mais seulement parce que des investissements dans de nouveaux centraux ne sont pas faits, rappelons-le.

Figure 1.4 Géographie des câbles sous-marins de télécommunications dans le monde en 2019



Source : https://dev.networkatlas.org/

Enfin les asymétries de connexion par les techniques de câbles sous-marins méritent elles aussi d'être mentionnées. Elles sont certes le reflet du développement différencié des économies et l'on ne s'étonnera pas de voir les flux entre l'Europe et les États-Unis largement privilégiés dans l'implantation des câbles. Cependant, leur absence sur certains continents amplifie encore les écarts et les inégalités [Boullier, 2014]. La figure 1.4 indique bien cependant qu'un mouvement de rattrapage est en cours sur ce plan. Le continent africain bénéficie d'investissements considérables pour la pose de câbles sous-marins en fibre optique depuis 2010. Ainsi, ce sont presque 8 milliards de dollars qui ont été investis par l'industrie (l'ensemble des acteurs) dans des câbles sous-marins en fibre optique entre 2014 et 2018, dont 17 % dans les systèmes EMEA (surtout en Afrique et dans le Moyen-Orient) [Submarine Telecoms Industry, 2018, p. 25].

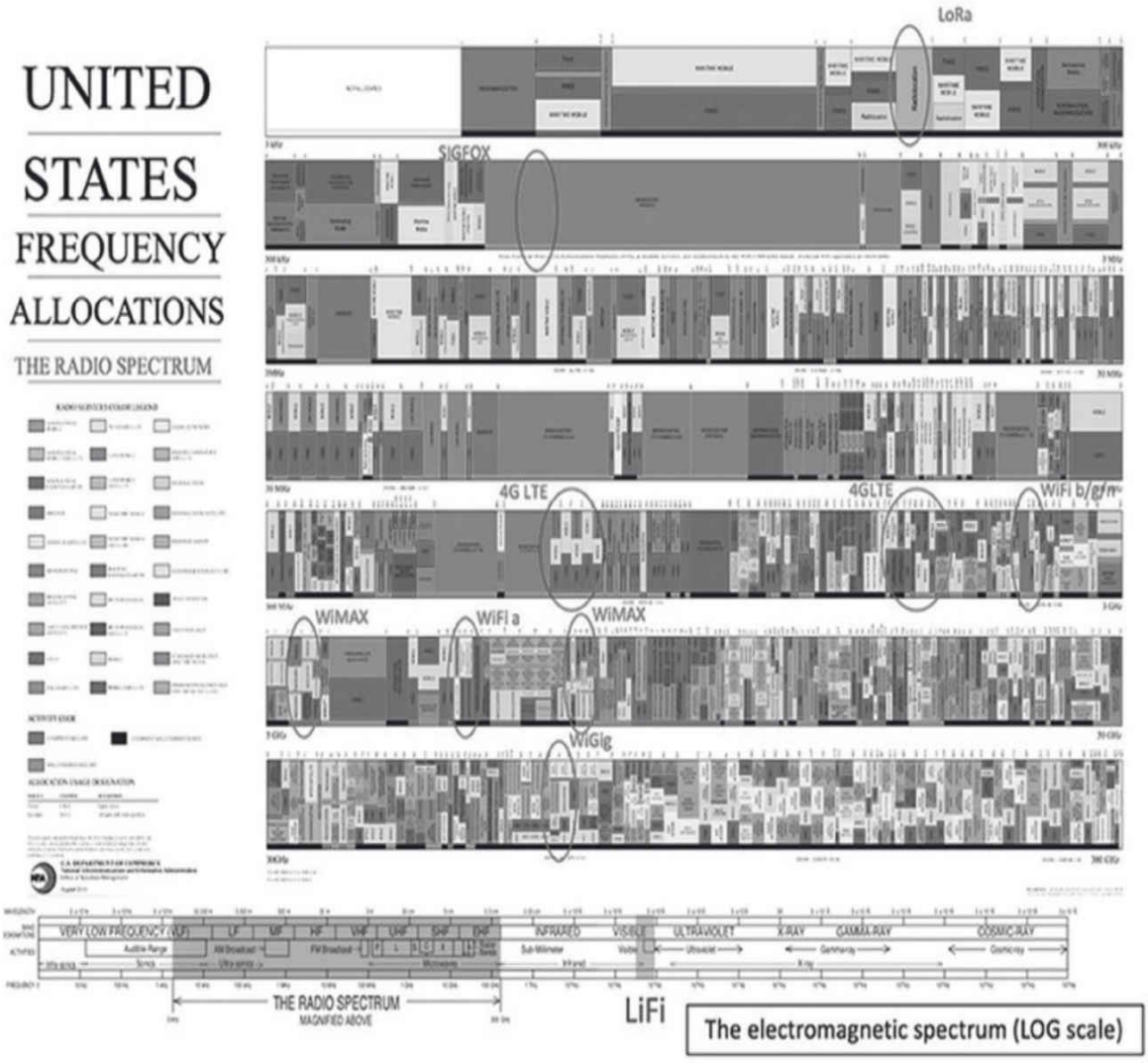
Le financement des câbles sous-marins se divise entre les *consortia* (90 %), les banques multilatérales de développement (5 %) et des sources de financement privées (5 %) entre 1987 et 2018. Cependant, la proportion change pour la période entre 2014 et 2018 : les *consortia* représentent 66 % des investissements, contre 26 % pour les investisseurs privés et 8 % pour les banques multilatérales de développement. Entre 1987 et 2018, les *consortia* ont investi plus de 43 milliards de dollars dans des câbles sous-marins, dont la plus large partie (22 %) dans des projets de l'EMEA (Europe, Moyen-Orient, Afrique). De même, les banques multilatérales de développement ont investi plus de 3,2 milliards de dollars entre 2004 et 2018, dont 55 % dans l'EMEA, essentiellement en Afrique. Enfin, les investisseurs privés ont injecté plus de 2,6 milliards de dollars entre 1987 et 2018, mais surtout dans les Amériques (49 %) tout en évitant l'EMEA [Submarine Telecoms Industry Report, 2018, p. 24-26].

Les réseaux hertziens

L'espace hertzien présente cette particularité d'être invisible et de ne respecter aucune frontière politique. Pourtant, il fallut produire des conventions pour parvenir à le partager. Car, techniquement, il reste impossible de faire transiter plusieurs signaux sur la même fréquence tout au moins sans protocoles de multiplexage adaptés. Dès lors, au nom de quoi attribuer ce « bien commun » qu'est l'air qui transmet les ondes hertziennes ? La réponse constante des États en charge de la gestion de cet

espace a toujours reposé sur un discours de la rareté : le spectre hertzien est toujours encombré et très difficile à partager. Il reste que l'image que l'on peut en produire est impressionnante tant les types d'usages et d'institutions concernées sont nombreux (des services de secours à la télévision, des transmissions militaires aux radio-amateurs, des radars aux téléphones portables).

Figure 1.5 Tableau des fréquences radio allouées aux États-Unis en 2016



Source : © Christophe Jurczak, Researchgate.net

Voilà un merveilleux cas de gouvernance socio-technique particulièrement fine qui doit produire un monde commun entre usages apparemment sans aucun rapport. À technologie stable, la réponse classique des gouvernements

en termes de rareté serait en effet compréhensible et l'on mesure dès lors les tensions qui ont pu naître lorsque des pratiques illégales se sont introduites avec les radios libres ou la *Citizen Band* par exemple [Boullier, 1985]. Mais l'innovation technologique s'est accélérée depuis l'introduction du numérique et déjà auparavant, lorsque des mécanismes de marché ont permis de motiver la recherche de nouvelles techniques de transmission économes en fréquences ou sur des fréquences jusqu'ici inexploitées. Le multiplexage et la compression sont certes devenus plus aisés avec le numérique mais la mise en place de mécanismes d'enchères pour attribuer les fréquences a contribué à donner de la valeur à ce bien commun jusqu'ici considéré comme un bien public administré par les États.

Dans un article de 1959, Ronald Coase avait fait du spectre des fréquences un cas démonstratif pour montrer l'intérêt de mécanismes de marché pour l'attribution de biens communs. La FCC (*Federal Communications for Commissions*) les mit en œuvre en 1993 et depuis, la plupart des États ont suivi, créant ainsi une valeur financière à ce bien intangible. Dans un tel marché ouvert, les innovations techniques sont devenues vitales. Les espaces hertziens nationaux ont aussi bénéficié du retrait de l'occupation par les militaires de certaines bandes de fréquence et de la libération d'autres fréquences comme celles de la télévision analogique terrestre, qui donnera lieu à des enchères pour lancer la TNT en France (télévision numérique terrestre), ce qui fut appelé le « dividende numérique ». Il est exact en effet que le passage au numérique, parfois insensible pour les utilisateurs, ouvre des champs d'innovation considérables selon les progrès de la miniaturisation, des puissances de calcul et des algorithmes qui optimisent l'allocation de ressources à la volée.

Les types de technologies hertziennes se différencient ensuite entre les techniques satellitaires et les techniques de transmission terrestre, c'est-à-dire reposant sur des antennes, qu'il faut pouvoir implanter parfois dans des zones densément peuplées et provoquant les conflits d'usage sur la nocivité des ondes, de cet « électrosmog » qui désormais constitue notre climat permanent. La boucle locale radio (BLR), le wifi (norme IEEE 802.11), le Wimax (norme IEEE 802.16) à haut débit, sont autant de technologies qui ont leurs portées, leurs performances et qui doivent souvent être combinées selon les particularités locales. Elles sont réparties sur toutes les fréquences disponibles de 2,4 à 3,7 Ghz. Les choix effectués par les opérateurs ou par les collectivités qui les soutiennent de façon volontariste ou qui prennent

leurs affaires en mains directement ont des conséquences importantes sur les accès et les pratiques qui seront ainsi privilégiés. La règle du « qui peut le plus peut le moins » qui favorise toujours la technique la plus avancée et la plus puissante n'est pas toujours applicable car elle doit être mise en balance avec celle du public ainsi couvert et des investissements nécessaires. Dans nombre de cas, des techniques hybrides ou plus *low tech* sont tout aussi performantes techniquement et socialement, comme dans ce village du Quercy (Saint-Cernin) qui a fait émerger un opérateur local à 15 Mb en récupérant une connexion ADSL *via* le wifi pour une centaine d'adhérents. Le réseau maillé (« *mesh* » en anglais) constitue un réseau sous la forme d'un filet : chaque nœud connecté en *peer-to-peer* reçoit et relaie les paquets ; Mesh suit le protocole *Optimized Link State Routing*, dit protocole pour les réseaux mobiles *ad hoc* [IETF, 2003]. Ainsi, une initiative citoyenne a déployé un réseau Mesh en installant des antennes wifi sur les maisons de Detroit, lorsque les entreprises des télécoms refusaient de les connecter au réseau Internet, faute de rentabilité suffisante après son effondrement industriel [Huguet, 2016].

Un rythme d'innovation effréné

Le cas des standards de la téléphonie mobile illustre bien à quel point l'innovation est permanente dans ce secteur du sans-fil. Les générations se sont succédé rapidement :

– 1G : Radiocom 2000 (1986) ;

– 2G : GSM transmission à 9 Kb/s. (début des années 1980 dans les pays scandinaves puis norme européenne en 1991) ;

– 2,5G : GPRS : données en mode paquet à 115 Kb/s. ;

– 2,75G : EDGE ;

– 3G UMTS (900 et 1 800 MHz) (avec introduction de MVNO – *Mobile Virtual Network Operators* – qui ne possèdent pas leurs propres réseaux mais les louent aux autres opérateurs) ;

– 4G : déployée en 2013 en Europe, comportant plusieurs normes (LTE et Wimax) pour des débits théoriques supérieurs à 100 Mb/s.

– 5G : avec plusieurs terminaux lancés en 2019 aux États-Unis et en Corée du Sud au moins, elle utilise les ondes millimétriques, qui ont l'avantage d'offrir un débit plus élevé mais pour une portée plus courte. La latence est réduite drastiquement et permet de proposer une

interactivité réelle, indispensable pour les véhicules autonomes par exemple.

La déstabilisation des usages installés est relativement contrôlée car la compatibilité ascendante est assurée, c'est-à-dire que les anciennes générations de téléphones peuvent continuer à fonctionner sur les nouvelles normes. Notons que la téléphonie mobile constitue un cas typique de ce que Andrew Barry [2001] nomme une « zone technologique », c'est-à-dire un espace socio-technique conventionnel, qui transcende les divisions entre pays ou entre firmes pour produire un standard, qui relève de ces « investissements de forme » [Thévenot, 1986], producteurs d'économie de coûts de transaction. Ainsi, les pays scandinaves, fort avancés en téléphonie mobile pour des raisons d'aménagement de leurs territoires, parvinrent à faire adopter par toute l'Europe la norme GSM (Groupe Spécial Mobile) et créèrent ainsi un marché de taille comparable au marché américain qui, lui, disposait de sa norme CDMA. Cet avantage lié à la taille du marché, déjà évoqué pour l'ADSL, sera décisif pour assurer la domination de firmes comme Nokia pendant plus de dix ans (1998-2011) et cela à l'échelle mondiale. Et pourtant, son incapacité à proposer un smartphone équivalent à celui d'Apple sorti en 2007 l'a mis en grande difficulté et réduit à occuper les créneaux bas de gamme du marché, au point d'être racheté par Microsoft en 2014. C'est dire à quel point ces avantages, provoqués par des zones technologiques par exemple, sont très éphémères dans ces marchés à forte innovation.

Les principes techniques de la téléphonie mobile sont particulièrement intéressants à étudier car ils encapsulent eux aussi un modèle de société. Les antennes sont au cœur du dispositif et doivent être réparties de façon équilibrée sur le territoire pour assurer une continuité des transmissions en cours de mobilité. Car le principe de maillage du territoire en cellules (le téléphone mobile s'appelle le « *cell phone* » aux États-Unis) produit des découpages et des ruptures arbitraires qui doivent devenir insensibles pour l'utilisateur alors qu'elles existent bien et sont même à la base du traitement possible des appels mobiles. Pour le GSM, dans les zones rurales, une cellule peut atteindre la taille de 35 km de diamètre (il s'agit en fait d'hexagones). Pour passer de l'une à l'autre, les techniques de « *handover* » doivent être opérationnelles et reposent sur un MSC (*Module Switching Center*) qui garde les traces des abonnés, des visiteurs, de leur authentification dans des registres spécifiques. De même, pour passer d'un

opérateur d’un pays à un autre, une technique de « *roaming* » doit assurer la fluidité.

Toute cette disparition des frontières techniques repose sur la distribution des antennes dans l’espace, dans d’infinies négociations entre opérateurs pour se transmettre les informations et se répartir les revenus des appels. Certains pays comme Haïti ne connaissent pas ces accords entre opérateurs, ce qui oblige les abonnés d’une compagnie à posséder un autre téléphone ou une autre puce pour accéder à certains autres opérateurs à moindre coût. Le travail technique réalisé ne doit pas masquer le travail institutionnel de production de conventions, qui font exister ce caractère naturel de l’espace des télécommunications. À tel point que chacun peut légitimement penser qu’il est au centre d’une enveloppe où sont présents tous ses contacts et que les opérateurs sont au service de ses attentes.

C’est pourquoi l’identification du client reste la clé ultime de toute la chaîne technique, à travers cette carte SIM (*Subscriber Identity Module*) qui finit par devenir plus importante qu’une carte d’identité. Ce noyau supposé de l’identité a cependant été traduit, déplacé, converti et transposé dans des cellules et chez des opérateurs différents. La capacité humaine de *switching* entre appartenances ou affiliations sociales trouve ici sa démonstration technique. Mieux même, dans certains pays, la possession de plusieurs cartes SIM, de plusieurs téléphones leur permet de naviguer encore mieux entre les appartenances possibles et entre leurs identités d’abonnés, tout aussi fictives.

Histoire d’Internet

Internet peut et doit faire l’objet d’un travail historique spécifique tant il a bouleversé la vie quotidienne, la vie économique, la vie politique, etc. Le travail de Janet Abbate [1999] peut servir de référence car il entre dans les controverses de chaque phase de construction de ce réseau des réseaux et évite de réécrire l’histoire comme une saga triomphante ou comme une fatalité. La sociologie doit en retenir quelques traits seulement, ceux qui permettent de penser ce couplage extraordinaire entre des architectures de réseaux et des modèles sociaux (socio-économiques et socio-politiques).

Nous aurons l’occasion de revenir plus en détail sur les enjeux politiques et les enjeux économiques mais le suivi socio-technique de ce montage pose déjà les bases d’une révolution. Pourtant, dans cette histoire, pas de grands moments d’inauguration mais beaucoup de petits pas qui ont parfois surpris leurs concepteurs par leurs conséquences. Trois traits distinctifs peuvent être mis en avant pour résumer Internet :

– un protocole TCP/IP minimaliste : le design d’un protocole de transfert des données nous apparaîtra comme un véritable jeu diplomatique entre standards ;

– un réseau de réseaux hétérogène et robuste : les choix d’architecture se révéleront très politiques dès leur origine ;

– un réseau de documents depuis que le Web s’est greffé sur Internet : le réseau sera quasiment réinventé par le protocole HTML.

Un protocole minimaliste

Les principes d’Internet sont fortement marqués par la guerre froide et les impératifs de défense qui en découlent, alors qu’ils paraissent désormais bien loin. Dans la stratégie de la dissuasion, la menace de représailles n’a de valeur qu’à la condition que la première frappe n’annihile pas les organes de commande qui doivent piloter la riposte. Or, les réseaux de communication conçus jusque dans les années 1960 reposent sur des architectures centralisées (à partir de centraux téléphoniques) qui sont donc vulnérables. Paul Baran, ingénieur à la *Rand Corporation*, propose en 1964 un modèle

pour organiser un réseau qui puisse survivre, un réseau distribué (« *distributed communications* ») qui garantit la redondance qui est à la base de toute la fiabilité des systèmes. Il est intéressant de noter que l'impératif militaire conduit à proposer une architecture non hiérarchique, distribuée, contre les visions stéréotypées des pratiques et des modèles de commandement militaire, ce que la sociologie des organisations à haut risque a bien montré [La Porte, 1996]. Le changement devra se produire au niveau des machines connectées qui doivent être des ordinateurs et non seulement des commutateurs. Chaque machine pourra déterminer la route des informations qu'elle transmet et non plus dépendre d'un centre comme point de passage obligé.

Le réseau ainsi conçu n'est plus centralisé, contrairement à toute l'organisation des réseaux de télécommunications, ni même décentralisé, ce qui supposerait encore certains points de passage obligés et un risque élevé d'isolement d'un point éloigné dès lors que le « sous-central » serait indisponible. L'architecture de réseau est donc bien au cœur du projet initial mais ce choix du réseau distribué implique un réseau entièrement numérique, reposant sur des ordinateurs capables de calculer les routes au fur et à mesure. Pour assurer ce caractère distribué et éviter toute interception des messages, le principe des paquets est déjà posé (il sera réalisé par AT&T en 1965). Comme nous l'avons dit, les données échangées sont segmentées en « *message blocks* » de taille identique avec « *header* » (en-tête). La taille fixe des paquets permet d'utiliser des ordinateurs simples, même si la combinaison, les calculs de route et la recombinaison seront plus compliqués. Pour ce modèle, Paul Baran simplifie et standardise les formats des messages (qui deviennent des paquets) et les machines (qui sont tous des ordinateurs sans capacité extraordinaire). Mais la mise en réseau de ces particules élémentaires peut se faire de multiples façons et s'adapter à toutes les circonstances à condition d'avoir produit les algorithmes qui permettent de le faire. Ces principes peuvent en fait s'appliquer à tout ce que l'informatique traite et désormais à tous les domaines affectés par l'informatique. Ce réseau idéal n'a jamais été construit mais les publications [Licklider, 1960 ; Baran, 1960 et 1964] ont servi de base au réseau des militaires américains Arpanet (le réseau BBN – *Bolt Beranek and Newman* à Boston – en fut le précurseur en 1969).

Le principe du réseau distribué ne fut pas seulement une idée techniquement astucieuse ou une solution militaire élégante : il portait en lui

un modèle de société qui va séduire tous les informaticiens, car il était antihiérarchique alors même que ce principe provenait des impératifs militaires. Le concept de réseau distribué fait partie sans aucun doute des paradigmes qui continuent d'impulser une grande partie des innovations sur Internet. Le *peer-to-peer* a déjà été évoqué, nous présenterons aussi tout ce qui repose sur les contributions des foules (*crowdsourcing*, *crowdfunding*, etc.). Les nouvelles intermédiations de service qui distribuent les tâches entre les acteurs d'un échange (plateformes d'échange, de covoiturage, de vente, etc.) relèvent aussi des mêmes principes. Pourtant, dans le même temps, le caractère distribué du réseau s'est largement modifié comme nous le verrons. Les réseaux dits « invariants d'échelle » ont en effet tendance à favoriser les connexions vers les nœuds les plus attractifs, et depuis l'émergence du Web, les grandes plateformes (GAFAM pour simplifier) captent toute cette attractivité, ce qui provoque une nouvelle fragilité du réseau, centralisé pour des raisons d'audience et pour des raisons commerciales, ce qui constitue de fait un détournement complet de la philosophie d'origine du réseau.

Cependant, la création d'Internet a repris les principes de Paul Baran dans un contexte plus étendu que les impératifs militaires. En 1973, Vinton Cerf et Robert Kahn définirent un protocole pour interconnecter Arpanet, le réseau de recherche du Pentagone, aux autres réseaux (ARPA, *Advanced Research Projects Agency* créée en 1958). Ils participent à un *International Network Working Group* (INWG) créé en 1972 qui regroupe, en dehors des Américains, les Anglais du *National Physics Lab* et les Français du programme Cyclades issu de l'Iria (prédécesseur de l'Inria) au sein duquel Louis Pouzin a développé le concept de datagrammes. Ce principe est une mise en œuvre des paquets qui contribuera à la construction des protocoles d'Internet. Comme on le voit, la conception du réseau est internationale dès le départ mais repose sur des principes communs tels qu'énoncés par Paul Baran en partie : paquets, réseau distribué, réseau minimal (*end-to-end*). Ces choix garantissent le maintien des objectifs militaires mais vont avoir des conséquences bien plus larges : le réseau a dépassé ses concepteurs, pourrait-on dire, et c'est le critère même du succès d'une innovation. En 1973, est adopté le principe du TCP (*Transmission Control Protocol*) qui vise à normaliser sur une base simple tous les échanges entre machines sur les différents types de réseaux. Lui sera ajouté en 1978, *Internet Protocol* qui gère la transmission des paquets eux-mêmes vers leurs adresses (adresses

IP). C’est un choix radical de refonte de tous les protocoles mais avec une solution particulièrement basique. Une autre piste aurait pu être choisie, celle qui consistait à garder tous les protocoles des réseaux et à organiser la traduction entre eux.

Mais une autre controverse fut suscitée par cette proposition de TCP-IP et mérite d’être contée car la plupart des entreprises d’informatique proposaient une offre de réseaux privés, qui n’étaient ni des réseaux télécoms ni des réseaux conçus avec TCP-IP qui n’était pas encore disponible. Les machines de leurs clients étaient reliées aux *mainframes* que ces compagnies mettaient à leur disposition selon des protocoles qui étaient à chaque fois différents. Un conflit surgit en 1974 entre les PTT canadiens et IBM qui fournissait le service car les PTT voulaient garder le contrôle de leur réseau. Les standards de réseaux étaient déjà des terrains de bataille politique : tous les groupes de pression furent alors rassemblés dans les *working groups* des instances de normalisation. Le CCITT voulut avancer avec son modèle ISO contre les réseaux privés (SNA de IBM) et appliquer le modèle téléphonique à un réseau de données entre ordinateurs. Comme on le voit et comme l’analyse Ulrich Beck, les normes et les standards sont des terrains privilégiés pour la « sub-politique », alors même que des décisions d’avenir essentielles sont prises mais entre experts et groupes de pression.

Parmi ces *working groups*, un « *X25 group* » fut créé en 1976 dont le but était de maintenir le modèle des réseaux des opérateurs historiques des télécommunications pour contrer les réseaux informatiques privés mais aussi les projets de TCP-IP. Ce groupe avança très vite et des réseaux X25 furent déployés dans tous les pays en quelques années (dont Transpac en France, qui par la même occasion, avait obtenu l’arrêt du projet Cyclades, qui participait pourtant à la conception d’Internet !). Pour les PTT de tous les pays, la performance reposait sur un réseau centralisé avec un opérateur unique qui déterminait les qualités du réseau à sa façon, en créant des circuits virtuels qui permettaient d’optimiser l’usage du réseau qui continuait à fonctionner avec une commutation par circuits. Le protocole des réseaux X25 mettait la contrainte sur les nœuds de commutation dans le réseau : ces nœuds créaient ces « circuits virtuels » à volonté alors qu’Internet fait confiance aux serveurs-terminaux pour assurer la bonne route et le bon assemblage des paquets. Pourtant, pour les deux solutions, il leur fallait prendre en compte la possibilité d’un réseau défaillant pour remplir le cahier des charges des militaires. Les PTT faisaient confiance *a priori* à leur réseau

(qui fait les contrôles et alloue les ressources) alors qu'Internet fait confiance aux routeurs (non contrôlés par les opérateurs PTT) qui font les contrôles de bout en bout et non sur le réseau. La « neutralité du Net », dont nous reparlerons, remise en cause par l'administration Trump *via* la FCC en décembre 2017, repose sur cette absence de contrôle pendant les transmissions [Schafer et Le Crosnier, 2011] : du moment que les paquets sont reconstitués correctement à la fin, la qualité du réseau est considérée comme bonne, indépendamment de la route adoptée. Dans un cas, le résultat compte seulement quels que soient les moyens et les routes employées, et indépendamment des contenus. Dans l'autre, les centraux doivent déterminer les routes en contrôlant les échanges selon leurs propres règles fixées par les opérateurs de télécommunications.

Notons que les instances de normalisation firent un effort de diplomatie supplémentaire en faisant en sorte que l'architecture OSI (*Open Systems Interconnection*) débutée en 1978 fût conçue à la fois contre le monopole des télécoms et leur X25 (car le réseau est supposé ouvert) et contre la captivité des clients des réseaux privés (protocoles non-propriétaires). Pour ce faire, OSI adopta X25 pour la couche réseau mais IP pour les couches supérieures ! Comme on le voit, les choix techniques sont toujours très politiques et relèvent souvent de rapports de force et de jeux diplomatiques qui aboutissent à des architectures hybrides. Dans ce cas, le standard existera et sera enseigné partout mais sa mise en œuvre sera en réalité très différente, ce qui n'est pas normalement l'objectif d'un standard !

Un réseau de réseaux : les choix d'architecture sont politiques

Lorsqu'on emploie le terme « Internet », il est bien rare que l'on pense encore à son origine « *Inter networks* », qui veut dire qu'Internet était supposé relier des réseaux de types différents et que cela constituait son défi majeur. La commande d'Arpanet faite à Vinton Cerf et Robert Kahn en 1973 était explicite sur ce plan, il fallait trouver un moyen d'intégrer des réseaux hétérogènes, précisément pour assurer la résilience de tout le système de communication. Trois types de réseaux devaient être associés à Arpanet : PRNET (réseau radio terrestre qui s'était lancé dans la recherche sur les paquets radio), SATNET (communication satellitaire qui était aussi intéressée par la technologie paquet, le premier satellite géostationnaire

Intelsat avait été lancé en 1964) et enfin Ethernet (qui avait été inventé par Metcalfe chez Xerox pour connecter des machines en local en utilisant aussi des paquets). Si tous ces réseaux utilisaient une technologie paquets, leurs protocoles étaient cependant différents et il convenait de rendre cette différence invisible à l'utilisateur et de faciliter l'usage indifférencié d'un canal ou d'un autre. Internet réussit cette opération qui rend impossible pour un utilisateur de savoir le chemin adopté par un de ses messages, puisque selon les disponibilités, des réseaux de type différents peuvent être utilisés puisqu'ils fonctionnent sur la base du même protocole. La mondialisation dont on parle souvent repose aussi sur ce type d'enveloppe technologique unifiée créée dans les années 1970 et d'autant mieux qu'elle devient invisible et « *taken-for-granted* » désormais, malgré tout le travail constant de maintenance qu'il convient d'effectuer.

Le premier test de démonstration eut lieu en 1977 avec réseau radio, satellite et réseau téléphone et les protocoles TCP (pour les machines hôtes) et IP (pour le réseau) furent opérationnels en 1978. Le succès de ces tests conduisit les militaires à demander la généralisation de TCP-IP en fixant une date limite à 1983. Ce volontarisme se heurtait directement à la puissance des PTT des pays développés qui prétendaient créer eux aussi un réseau homogène grâce à leur monopole et à leur protocole X25. Mais les adresses qu'ils délivraient étaient réservées aux machines connectées à leur réseau et plusieurs autres types de réseau ne pouvaient être intégrés à leur offre, dont les réseaux privés puisque leur stratégie consistait à asphyxier ces réseaux concurrents. Internet, de ce point de vue, se situe dans une perspective totalement différente puisque son protocole était utilisable quel que soit le réseau et tout le monde semblait avoir avantage à son adoption (et cela n'empêchait pas les réseaux privés ni les PTT de développer leurs propres modèles d'affaires). Internet, au moment de son lancement, pouvait offrir des adresses pour 16 000 grands réseaux et 2 millions de petits.

La victoire finale d'Internet fut longue à se dessiner cependant. Ainsi, au début des années 1980, en France, la DGT (Direction générale des télécommunications) se lança dans un défi technologique qui constituait un véritable changement d'état d'esprit. Le réseau « télématique » créé à cette époque était certes issu du modèle PTT et reposait sur un protocole X25 mais il pouvait prétendre relier tous les abonnés à qui l'on proposait gratuitement un terminal, le Minitel. Cette offre gratuite, impensable dans un univers marchand pensait-on (la suite du marché des télécoms montrera

combien il était précurseur), permettait d'expérimenter à l'origine un service unique, l'annuaire téléphonique, mais rapidement permit d'accéder à d'autres services d'informations publiés par les institutions par exemple « Telem Nantes » par la mairie de Nantes [Marchand et Ancelin, 1984]. Le succès du Minitel reposa cependant déjà sur un détournement d'une fonction de messagerie de service en messagerie interactive ouverte [Baltz, 1984], aussi attractive que le devint le Web 2.0 et ses réseaux sociaux dans les années 2000. Les utilisateurs produisaient ainsi la valeur d'usage, parfois au défi de lois inadaptées, comme avec les messageries roses [Boullier, 1989]. Et chose plus étonnante encore, ces usagers étaient prêts à payer très cher des communications de ce type, puisque la tarification du Minitel se faisait à la durée.

En effet, la DGT avait créé un modèle économique particulièrement rentable, le kiosque, qui permettait un partage des revenus entre les fournisseurs de service (36.15) et l'opérateur, les PTT. Cela ne put qu'inciter des entrepreneurs et développeurs à se lancer dans ces services et à gagner ainsi de l'expertise et à faire d'importants profits, comme le fit Xavier Niel, futur PDG de l'opérateur Free, avec ses messageries roses. Le Minitel parvint donc, sur la base d'un réseau PTT et avec un terminal fourni gratuitement, à générer à la fois un écosystème d'entreprises, un business model et des usages. Et pourtant, ce n'était pas la technologie gagnante, peut-on dire maintenant ! Mais à vrai dire peu de personnes l'avaient anticipé car Internet restait confiné aux académiques et aux militaires et les réseaux privés à destination du public venaient seulement d'être proposés sur le marché (en 1985, Compuserve, AOL et Prodigy).

Certes, les usages des réseaux informatiques se développaient mais restaient confinés à des populations expertes. C'est ainsi que les applications remarquables d'Internet furent expérimentées et s'installèrent durablement : le mail tout d'abord, dès 1972, qui reste la « *killer application* » d'Internet, mais aussi les *newsgroups* comme USENET (de Duke University en 1979) qui rassemblent des communautés d'intérêt, les listes de diffusion avec BITNET en 1981 ou encore les forums avec les *Bulletin Boards* (BBS ou babillards) tels que FIDONET en 1984 (qui connectait 2 500 PC en 1990, ce qui paraissait déjà énorme). Ces années de naissance d'Internet ont donc permis d'installer des usages mais la base équipée était trop faible pour déployer vraiment le potentiel d'une telle architecture alors qu'à l'inverse, le Minitel, avec ses terminaux « sans intelligence », avait pu être distribué à

des millions d’exemplaires en France pour tester quantité de services grand public en ligne.

Cependant, à partir des années 1980, plusieurs évolutions décisives contribuèrent à mettre Internet à disposition du plus grand nombre. Le réseau d’origine militaire passa petit à petit le relais à un réseau de type académique, car les usages évoqués ci-dessus étaient avant tout ceux des académiques, c’est-à-dire, pour simplifier, des chercheurs en informatique, et n’intéressaient guère la défense américaine. Ainsi fut actée au début des années 1980 la séparation des usages militaires (MILNET) et des usages académiques R&D (Arpanet) et en janvier 1983, TCP/IP fut mis dans le domaine public par l’ARPA, ce qui constitue un mouvement d’ouverture remarquable qui permit sa propagation rapide. Soulignons ce geste décisif ici car ce don au public se retrouvera avec HTML et le Web : c’est bien l’ouverture du code qui fit son succès, alors que depuis les années 2000, les géants d’Internet font tout pour préserver leur rente sur leurs brevets. Puis NSFNet, le réseau de la recherche qui reliait toutes les universités américaines, fut coordonné avec TCP/IP en 1988 et la NSF prit en charge la gestion du réseau lorsque l’Arpanet fut terminé le 28 février 1990. Ce premier mouvement, du militaire à l’académique, aurait pu s’arrêter là et toute l’histoire d’Internet aurait été différente. Mais la NSF ne pouvait gérer un tel réseau à elle seule et elle organisa un appel d’offres auprès de compagnies privées pour fournir le service technique. Le transfert à des opérateurs privés fut effectif en 1995, les ISP (*Internet Service Providers*, fournisseurs d’accès à Internet) prenant le relais. Internet avait muté une nouvelle fois, cette fois-ci de réseau académique en réseau commercial. La nature même du réseau en fut changée, les innovations et les offres de service se multiplièrent pour produire Internet que l’utilisateur ordinaire connaît aujourd’hui.

Cependant, ce réseau a d’autres origines comme nous avons voulu le montrer, d’autres enjeux ont forgé ses principes, enjeux militaires et académiques, comme ce sera le cas avec le Web que nous examinerons plus loin. Sa philosophie distribuée, de code ouvert et de simplicité, contraste fortement avec le paysage actuel des plateformes qui produisent un effet de centralisation autour d’un code propriétaire dont elles concèdent seulement certains accès à des développeurs. Beaucoup sont nostalgiques de cet âge d’or perdu mais oublient alors qu’ils n’étaient que quelques-uns à en bénéficier. Les investissements considérables qui ont eu lieu depuis et la

qualité des services obtenus doivent beaucoup à l'entrée en lice de fournisseurs d'accès privés, de développeurs de services puis d'applications testées à large échelle puis abandonnées ou adoptées à grande vitesse. L'écosystème d'innovation ainsi créé, fait de start-up depuis la fin des années 1990, doit son existence à ce nouveau statut du réseau, à la fois bien commun, car le code est ouvert et en même temps, profitable pour qui sait offrir des services attractifs. L'euphorie de l'ouverture d'Internet au marché fut d'ailleurs telle que, de 1995 à 2000, se créa une bulle spéculative qui éclata au mois de juillet 2000 et emporta un grand nombre de ces start-up qui levaient des fonds chez des investisseurs, persuadés de trouver le jackpot alors que la plupart de ces services n'avaient pas un seul client réel mais seulement du trafic sur leurs sites Web. La nouvelle économie fit cependant le bonheur des gourous de toute sorte qui avaient oublié ces règles de base de l'économie réelle mais il est vrai qu'elle était déjà prise dans les modèles de la spéculation financière.

N'oublions pas cependant de mentionner que pendant ces années de transfert du réseau du militaire à l'académique puis au commercial et jusqu'à maintenant, de considérables investissements publics ont été consentis. Ainsi le réseau Internet global ne fonctionne pas seulement sur les infrastructures des opérateurs de télécommunications mais emprunte aussi des *backbones* (dorsales) dont certains sont publics. Cela permet à Renater en France de couvrir tout le territoire avec un réseau haut débit à destination des universitaires. Le point névralgique de ces dorsales à l'échelle internationale reste leur point d'échange Internet (IXP) qui fait converger tous les câbles qui organisent ces dorsales. Un certain nombre de ces IXP sont publics car stratégiques pour garantir l'accès aux câbles sous-marins par exemple. Leur matérialité (de grandes fermes de serveurs, c'est-à-dire des racks de machines alignés dans de grands silos climatisés) a été très bien décrite par Andrew Blum [2012] et leur importance fut rendue visible pour le grand public par les révélations d'Edward Snowden en 2013. Ce lanceur d'alerte a montré comment la NSA, dans le cadre de PRISM et d'autres programmes d'écoutes massives, avait été capable de se brancher sur ces IXP à l'arrivée des câbles sous-marins entre les États-Unis et l'Europe par exemple – où plus de 50 % du trafic global transite – pour capter toutes les données échangées.

Lorsqu'on parle de réseau, il ne s'agit plus ici d'une métaphore ni d'une réalité logicielle seulement, ce sont bien des machines localisées dans des

grands bâtiments et connectées à des fibres bien matérielles qui traversent le fond des océans. Et sans elles, le réseau Internet ne peut fonctionner. C'est ce que l'Inde a expérimenté en 2008 lorsque le câble qui passe par le canal de Suez a été endommagé de même que l'Algérie coupée à 80 % d'Internet pendant une semaine en octobre 2015 après l'accrochage d'une ancre dans un câble majeur au large du port d'Annaba (voir figure 1.4 page 65). De même, 10 pays sur 22 ont été affectés par l'endommagement du câble *Africa Coast to Europe*, en particulier la Mauritanie qui a vu son accès intégralement coupé pendant presque 48 heures en avril 2018. Les îles Tonga ont subi le même sort pendant deux semaines en janvier 2019.

Nous insistons sur cette matérialité car chaque utilisateur l'éprouve, s'y confronte lorsqu'il ne trouve pas de connexion ou quand sa « *box* » ne fonctionne plus. Mais dès qu'il s'agit de penser le réseau à une échelle macro, il devient très difficile de l'imaginer tant l'accès semble aisé, « transparent » dit-on et somme toute au-delà de nos capacités ordinaires de pensée. Il faut dire aussi qu'une autre mutation du réseau a focalisé toute l'attention du public et à juste titre. Comme le rappelle Tim Berners-Lee [2008], l'infrastructure internationale d'Internet (III), n'intéressait finalement que des experts et ne connectait que des machines. C'est seulement lorsque s'y greffa le www, en *World Wide Web*, qui connecte potentiellement tous les documents disponibles sur le réseau, que la puissance d'Internet prit sens. Son histoire mérite aussi d'être contée car elle tisse tout notre monde quotidien et, ce faisant, l'organise selon certains principes qui n'ont jamais été discutés vraiment dans des enceintes démocratiques mais dans le meilleur des cas, au sein d'assemblées d'experts techniques qui sont parvenus à des consensus.

Le *World Wide Web*

L'utopie de la connexion des savoirs dans une même machine et sous un même format compatible n'est pas nouvelle. Le Memex de Vannevar Bush, qui avait travaillé avec Von Neumann, avait été présenté comme l'utopie suprême dans son ouvrage *As We May Think* en 1945. Il disait : « Imaginons un appareil de l'avenir à usage individuel, une sorte de classeur et de bibliothèque personnels et mécaniques. Il lui faut un nom et créons-en un au hasard. "Memex" fera l'affaire. Un memex, c'est un appareil dans lequel une personne stocke tous ses livres, ses archives et sa correspondance, et qui est

mécanisé de façon à permettre la consultation à une vitesse énorme et avec une grande souplesse. Il s'agit d'un supplément agrandi et intime de sa mémoire. »

Mais pour naviguer dans un tel ensemble, il fallait inventer un concept différent de celui de l'indexation des bibliothécaires. En 1965, Nelson forgea le terme « *hypertext* » pour désigner « une écriture-lecture non-linéaire donnant à l'utilisateur une liberté de mouvement ». Dans sa vision, il ne s'agissait déjà plus d'une machine mais d'un système de publication mondial ouvert à tous et reliant les documents entre eux par des liens. Il lança ainsi son « Projet Xanadu » de bibliothèque universelle dans les années 1960 et qui resta inachevé. Pourtant, plus de vingt-cinq ans plus tard, l'idée avait continué à faire son chemin car elle était en phase avec les exigences des scientifiques traitant des masses de publications toujours plus importantes.

En 1990, Tim Berners-Lee et Robert Caillau au CERN de Genève publièrent *World Wide Web: Proposal for an Hypertext Project* [1990] qui posait trois bases essentielles pour ce Web :

– une adresse unique pour chaque document, sous forme d'URL (*Uniform Ressource Locator*) identifiable par toutes les machines sur le réseau ;

– un principe de lien entre ces documents qui permet de parcourir directement un ensemble documentaire dès lors qu'il utilise un langage simple de balisage, le HTML, un *markup language* adapté pour le traitement de ces liens (d'autres existaient comme le SGML dans les systèmes documentaires et d'autres naîtront ensuite) ;

– un protocole spécifique de transfert de données pour gérer ces liens, le HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) compatible avec TCP/IP.

Cette architecture documentaire satisfait à l'évidence le chercheur, le scientifique, qui peut ainsi naviguer entre les citations puisque la publication scientifique vit de la citation, qui fait le lien au sein d'une « communauté ». Le marquage académique du Web est donc indiscutable. Pourtant, son mode de réalisation emprunte les qualités de l'architecture d'Internet qui vont assurer sa diffusion bien au-delà des spécialistes :

– le principe est basique (tagguer un lien en indiquant une URL). Cet aspect minimaliste se retrouve dans les premières versions des éditeurs de pages HTML qui sont accessibles à des non-informaticiens ;

– dès 1991, le code est mis à disposition gratuitement.

Ce geste fondateur doit être souligné comme pour les protocoles TCP-IP et explique la créativité générée depuis : aucune rente n'est venue bloquer l'usage d'un tel code qui est devenu dès lors très vite le standard de publication sur Internet sous forme de sites Web. Rappelons qu'auparavant des documents étaient bien sûr accessibles sur Internet mais il fallait connaître le code de l'adresse du serveur ou lorsqu'on ne connaissait pas cette adresse, chercher à l'aide soit de Gopher (sorte d'annuaire thématique), soit de WAIS (avec une recherche à base de mots-clés). Deux principes qui vont se retrouver très vite exploités à nouveau sur le Web. Mais avec une différence considérable : les adresses sont désormais uniques et référencées de façon standardisée et les liens placés dans les documents peuvent dispenser de reformuler l'adresse ou la requête. L'expertise auparavant nécessaire pour effectuer des recherches diminue considérablement. C'est bien l'accès potentiel au grand public qui fut ainsi favorisé par une architecture documentaire destinée à l'origine aux scientifiques.

La question clé des URL, de la localisation des ressources, suppose un traitement efficace du répertoire des adresses IP. Cette gestion est confiée par l'ISOC, *Internet Society*, à l'ICANN depuis 1998, sur un mode de régulation quelque peu étrange sur lequel nous reviendrons. Le service des noms de domaine (le *Domain Name Service*) a été organisé par territoire géographique et par types d'activités : les *top level domains* sont indiqués à la fin des adresses et comportent soit les codes des pays (ccTLD), soit les extensions particulières à certaines activités (.edu, .com, .org, etc.). Il s'agit donc bien ici d'une véritable géopolitique qui distribue un statut à certaines entités plus qu'à d'autres : les récentes évolutions des noms de domaine ont permis à des marques, à des villes, à des communautés linguistiques ou territoriales (.cat, .bzh) d'apparaître désormais dans ces répertoires avec leur propre extension. Le Web est devenu si puissant dans l'orientation de l'attention des publics que ces extensions ont pris de la valeur (elles sont d'ailleurs commercialisées par l'ICANN et par une société privée Verisign pour les. com, et mises aux enchères) et constituent une preuve d'existence sociale d'un nouveau genre. Les serveurs des noms de domaine sont essentiels pour orienter le trafic car les requêtes sont aiguillées d'abord en fonction de ces extensions pour ensuite traiter localement la suite des composants de l'adresse. 13 serveurs racines gèrent ces noms de domaine mais sont répliqués en 933 serveurs (janvier 2019) dans le monde pour rester au plus près des requêtes et accélérer le traitement, car la distance continue

de jouer un rôle dans la qualité du service, sous forme de temps de réponse. Ainsi se constitue un monde commun, infrastructure neutre pour une mondialisation apaisée, pourrions-nous penser. Mais la Chine est venue rompre cette fiction en se détachant du DNS géré par l'ICANN le 1er septembre 2006. Désormais, le système d'adresse chinois est totalement indépendant et le caractère conventionnel, politique et donc provisoire, du dispositif apparaît plus clairement.

Précisons que d'autres protocoles continuent à s'appliquer sur Internet, car la confusion entre Internet et Web est souvent faite. Le Web n'est pas tout Internet puisque l'on trouve à côté de HTTP pour le Web, FTP pour les fichiers, SMTP pour le mail, DNS pour les adresses, IRC pour la communication instantanée (*Chat*) depuis 1988, etc. Chacun de ces protocoles utilise un port d'Internet spécifique parmi des milliers disponibles pour accéder aux machines de bout en bout. Dès lors, il faut aussi admettre que le Web, et son protocole HTTP, ne donne pas accès à tout Internet, non seulement parce qu'il existe d'autres protocoles d'échange mais aussi parce qu'une grande quantité de documents et de données, même encodées en HTML, ont un accès restreint, protégés par des mots de passe et sécurisés. Ce « Web profond » constitue la plus grande part des ressources d'information disponibles. Dans les conditions de prédation des données personnelles désormais connue du public et étant donné les risques de *hacking* de plus en plus présents, il est probable que l'époque du Web ouvert à tous ne sera plus aussi vraie. Une autre époque nous attend sans doute qui fermera encore un peu plus le Web et Internet et qui nous éloignera définitivement de cette utopie d'échange généralisé et d'accès ouvert à tous qui avait présidé au lancement d'Internet et du Web.

La masse de documents et de sites accessibles reste et restera cependant prodigieuse et ne cesse d'augmenter (186 millions de sites en 2008, 1,8 milliard en janvier 2018 dont 171 millions d'actifs ; plus de 130 000 milliards de pages indexées par Google en 2016). Dans ces conditions, la désorientation des utilisateurs serait totale s'ils ne pouvaient faire appel à deux techniques essentielles, les navigateurs et les moteurs de recherche. Les navigateurs sont l'interface qui facilite l'exploration des contenus Web. Le premier succès dans ce domaine fut obtenu par un centre de calcul universitaire, le NCSA de l'université d'Illinois en 1993, Mosaïc, et là aussi, le navigateur fut diffusé en libre à tout le public. Le créateur de Mosaïc, Marc Andreesen, lança en 1994 une société pour commercialiser un

nouveau type de navigateur, Nestscape, qui fut lui aussi diffusé gratuitement. D'une certaine façon, il s'agissait là du premier exemple de modèle à deux versants du Web car Netscape captait un vivier d'utilisateurs par la gratuité mais pouvait ensuite commercialiser des publicités (sous forme de bannières à l'époque) en vantant l'usage massif de son navigateur et l'accès à un public large. Mais Microsoft réagit très vite dès cette époque et lança Internet Explorer dès 1995.

Tableau 1.1 Proportion des navigateurs Web sur Desktop et Mobile

Nom	Desktop	Mobile	Total (mobile + desktop + tablette)
Chrome	70,95 %	57,22 %	62,28 %
Safari	5,06 %	20,11 %	14,69 %
Firefox	10,05 %	0,34 %	4,93 %
Internet Explorer	5,4 %	n/a	n/a
Edge	4,17 %	n/a	n/a
UC Browser	n/a	8,02 %	4,21 %
Samsung Internet	n/a	6,01 %	6,01 %
Opera	2,38 %	4,05 %	3,13 %

Source : StatCounter, décembre 2018.

Ce navigateur a longtemps dominé le marché et l'on sait désormais que cela fut permis par des stratégies de *lock-in*, où le navigateur était vendu en « *bundle* » avec Windows qui équipe 90 % des PC dans le monde entier, sans demander l'avis du consommateur, abus pour lequel Microsoft fut condamné par la Commission européenne en 2013. Les avantages commerciaux étaient certains car l'intégration de Windows et du navigateur Explorer permettait d'optimiser les performances. Cette domination est aujourd'hui renversée par Google qui a réussi une percée remarquable avec Chrome, qui a lui aussi la particularité de s'interfacer plus facilement avec l'ensemble de l'univers des applications Google. Le navigateur Firefox, logiciel libre de la fondation Mozilla, constitue une alternative qui peine cependant à gagner le grand public. Les plateformes constituent ainsi des écosystèmes redoutablement efficaces pour capturer le client, quels que soient les moyens utilisés.

Annuaires et moteurs : la domination « objective » de Google

Le navigateur n’est qu’un des maillons de l’orientation et la question était déjà posée avant le Web avec deux méthodes d’orientation concurrentes ou complémentaires. Le principe de l’annuaire est celui qui se rapproche le plus des bibliothèques et il n’est guère étonnant que ce modèle connu ait constitué, comme souvent dans les innovations, la première méthode adoptée par Gopher avant le Web puis par Yahoo, à partir de 1994 lorsque le Web fut créé. Ce type d’annuaire suppose un travail d’indexation des pages Web par des spécialistes qui les rangent correctement dans les bonnes « ontologies », c’est-à-dire dans un système de catégories définies soit par des standards dans le cas des bibliothèques soit par l’annuaire lui-même dans le cas de Yahoo. Travail considérable et coûteux et souvent contestable car les points de vue des internautes qui justifient leur recherche d’une page peuvent être très éloignés de la classification « officielle », souvent univoque mais pas toujours dans le cas de Yahoo.

Pourtant, dès avant le Web, une autre méthode était disponible, celle des mots-clés utilisés dans WAIS. Elle sera reprise par Altavista en 1995 qui fut un des premiers moteurs de recherche et qui connut un grand succès. Mais Altavista fut rapidement balayé par le succès foudroyant de Google, lancé en 1998, avec des fonds de Stanford et après un dépôt de brevet en 1997 exploitant des principes de calcul issus des travaux de Kleinberg sur la topologie du Web. Kleinberg avait établi en 1997 chez IBM, le principe de calcul de centralité sur un réseau tel que le Web en calculant les liens entrants et les liens sortants de chaque site, ce qui donnait des scores d’autorité (le site qui est pointé par tous les autres pour un domaine donné) et des scores de *hub* (le site qui oriente vers les autres). Ces principes avaient été établis par la scientométrie dans un univers limité et très conventionnel et Jon Kleinberg [1998] a su adapter les calculs de graphe à la masse de nœuds (des sites) et d’arcs (des liens) dont est fait le Web.

Là encore, le lien structurel avec les modèles et les pratiques du monde scientifique académique sont intéressants à signaler mais aussi leur transformation sous l’effet des méthodes d’un Google par exemple. Car l’intérêt et la puissance de son algorithme Page Rank tiennent au fait qu’à la différence de la scientométrie, il n’en produit aucune interprétation : « les chiffres parlent d’eux-mêmes », dit-on parfois, et cette fiction est très bien racontée par Google, qui veut à la fois garder le secret sur son algorithme qui oriente pourtant plus de 90 % de requêtes en 2018 dans le monde désormais, et améliorer sans cesse sa méthode pour rester le plus neutre et le plus

indiscutable possible [Cardon, 2013]. Les scores ainsi calculés ont des effets profonds sur les comportements des internautes qui ne vont pas chercher des liens au-delà de la première page pour la plupart d'entre eux et qui ignorent pourtant que les comparaisons entre requêtes faites sur des moteurs différents ne donnent que 10 % de résultats communs dans les 100 premiers résultats. Mais Google a réussi à imposer son algorithme en apparaissant à la fois comme plus scientifique, comme plus neutre commercialement (le vide de la page de requête avait frappé les premiers utilisateurs qui, sur d'autres moteurs, devaient subir des bannières de toutes sortes), comme plus simple ergonomiquement (une barre de requête et peu de commandes) et comme le petit Poucet qui venait perturber les grands, dont Microsoft.

Cette image, née en 1998, a contribué à rendre Google très populaire et l'a aidé à lancer une politique commerciale très progressive et très fine de vente de liens (liens sponsorisés) qui est devenue petit à petit un enjeu crucial pour les marques. Les offres de placement publicitaire se font *via* Adwords sur le moteur et Adsense sur les sites et les vidéos de YouTube. Dans les deux cas, les prix sont fixés par enchères très sophistiquées et très rapides, dans lesquelles la qualité de la publicité constitue un critère. Pour obtenir cette qualité, Google n'hésite pas à donner des conseils aux marques ou même aux youtubeurs. Ainsi, l'orientation n'est plus seulement pour les utilisateurs qui cherchent mais aussi pour les producteurs de contenus, pour l'instant publicitaires ; mais pourquoi ne pas aller plus loin et devenir l'éditeur-conseil de tout le Web ? Les revenus ainsi générés ont placé Google au sommet des compagnies qui font le plus de marge et qui sont le mieux valorisées sur les marchés financiers (110 milliards de dollars de chiffre d'affaires en 2017, 22 milliards de bénéfices annuels en 2017 et 755,7 milliards de capitalisation boursière en janvier 2019). À partir de ce point d'entrée, somme toute réduit, de l'aide à l'orientation, Google est devenu en 15 ans la plateforme de référence qui étend sans cesse ses activités. Le Web est de ce point de vue un eldorado inconnu jusqu'ici, une mine sans limites à condition de capter les activités et les demandes des internautes à la mode d'un quasi-monopole. Les effets sur la structure du réseau sont en retour considérables car désormais, le trafic et les liens sont massivement orientés vers ces plateformes et vers Google en particulier. Ses fermes de serveurs doivent être réparties dans le monde au plus près des utilisateurs, leur consommation d'énergie est telle que Google a créé sa propre compagnie d'électricité pour économiser et s'appuyer sur des

énergies plus propres. Et lorsque les accès à Google sont rendus impossibles, comme ce fut le cas pendant deux heures en 2008, le réseau a chuté de 21 % tant les internautes sont habitués à chercher uniquement avec Google. De même, il a chuté de 40 % lorsque les services de Google ont été perturbés durant 5 minutes en 2013.

Le Web 2.0 et le monde des plateformes

Internet comme architecture technique s'est imposé par sa simplicité et sa gratuité, le Web comme système documentaire généralisé reposa sur les mêmes principes. Mais une autre mutation intervint dans les années 2000, celle que l'on a pris l'habitude de nommer le Web 2.0 d'après l'expression popularisée par Tim O'Reilly en 2005. Le changement pénétra si bien les vies quotidiennes et tout le système économique qu'il nous est désormais difficile d'imaginer un Internet sans réseaux sociaux ou sans blogs. Il est donc indispensable d'expliquer ce qui a rendu possible ce changement, de résumer ses principales caractéristiques techniques pour comprendre ce qui est encapsulé comme modèle social dans ces architectures. Nous reviendrons sur leurs usages dans le chapitre correspondant.

Tim Berners-Lee [2008], dans sa périodisation de l'histoire d'Internet (et après tout, peu de gens sont aussi bien placés pour en faire l'histoire !) considère que, avec le Web 2.0 et les réseaux sociaux, nous sommes désormais entrés dans le GGG, le *Global Giant Graph* qui a la particularité de connecter non plus des machines (III), non plus des documents (WWW) mais des personnes. Il a certainement raison de pointer la rupture remarquable intervenue depuis 2000, il va sans doute un peu vite en besogne en considérant que ce sont des personnes qui sont connectées sur ces réseaux, nous y reviendrons.

La première dimension de cette nouvelle étape d'Internet est la prolifération des sites Web dont nous avons déjà chiffré l'ampleur (1,8 milliard en janvier 2018 dont 171 millions d'actifs). Est-ce à dire qu'il existait comme un « besoin latent » de publication qu'Internet aurait libéré ? Ce n'est sans doute pas faux dans des sociétés où le niveau d'éducation s'est beaucoup élevé et où chacun peut prétendre donner son avis sur tout, ainsi que le constatent, à leurs frais parfois, les élites politiques. Cependant, des conditions techniques ont été nécessaires pour favoriser cette expression. Ainsi les sites Web que l'on publiait auparavant en HTML directement et qui

demandaient donc de manipuler du code, ont été équipés par des bases de données qui permettent de transformer tout ce qui est publié en HTML sans qu'une ligne de code soit écrite par l'éditeur en utilisant des « *templates* », des modèles de publication préétablis. Ces CMS, *Content Management Systems*, dont le plus fameux, en libre, Wordpress, est largement répandu (30 % des sites Web en 2018), repoussent ainsi un peu plus en profondeur la technique informatique. Certes, définir l'architecture du site et les *templates* peut exiger un peu d'expertise mais la publication ensuite sera très facile, en fonction du type de document que l'on publiera. Mieux encore, si l'opération est encore trop difficile, les blogs sont disponibles dans diverses plateformes et cela depuis le début des années 2000. De vrais succès ont été ainsi obtenus comme la plateforme de blogs de la radio Skyrock en France qui a permis à 32 millions de personnes de publier ce qui leur passait par la tête sous une forme de plus en plus personnalisée. La publication de soi est devenue un art de masse et les blogs ont constitué une large part de la prolifération des sites évoquée précédemment (156 millions en 2011, leur apogée). I. Siles [2011] a repris l'histoire des formats des blogs pour montrer leur évolution remarquable en trois types : les journaux intimes, les publications personnelles, et les reprises du Web, chacune faisant appel à des supports techniques différents, l'intervention de Blogger de Google contribuant largement à standardiser cette pratique. L'étude combinée des modes d'expression et des supports techniques, dans la lignée des STS, peut ainsi éclairer utilement une dynamique historique moins centrée sur les seules tendances culturelles d'une microépoque.

Mais publier un blog est un exercice long et exigeant alors qu'il existe d'autres modes de publication tout aussi satisfaisants pour l'expression personnelle. Ainsi les fonctions de commentaires dans les sites de presse, de forums dans tous les sites commerciaux ou non, d'avis que l'on donne sur les produits achetés ou sur les films regardés, sont désormais implémentées dans tous les sites qui cherchent à améliorer la relation avec leur public. L'architecture du Web est devenue participative et les techniques disponibles ont encouragé cette tendance. Un autre mode de publication participatif a obtenu ses lettres de noblesse : les wikis, qui permettent d'ajouter les contributions des uns et des autres et de garder la trace de ces modifications, ont créé ainsi un auteur collectif inédit dans le monde de la publication, d'autant plus lorsque les contributions restent anonymes et mineures. Le succès de Wikipédia, qui compte en 2018 plus de 49 millions d'articles dans

291 langues différentes, est à lui seul un « phénomène de société » selon l'expression courante dans les médias, car nul n'aurait pu parier sur la fiabilité d'un tel mode de publication ouverte non dépendante des autorités établies et des experts reconnus.

Or, les tests le montrent et cela dans plusieurs langues [Casebourne *et al.*, 2012], les erreurs éventuelles de Wikipédia ne sont pas plus nombreuses que dans les anciennes encyclopédies mais elles ont l'avantage d'être corrigées très vite et de faire l'objet de discussions. On comprend que dans un tel mouvement, toutes les autorités des savoirs et des croyances soient déstabilisées et que toutes les médiations se voient remises en cause, nous y reviendrons. Comme on le voit, l'ouverture massive de la publication en ligne ne signifie pas nécessairement la publicité de soi lorsque l'œuvre est collective et les contributions anonymes.

Les offres techniques se sont multipliées pour prendre la place des anciens médiateurs et devenir la plateforme qui permet de mettre en relation les personnes sur un sujet donné (ex. : les patients avec Doctissimo), les avis sur tout sujet ou les goûts. Le trait essentiel de cette phase contributive est en effet paradoxal : loin de favoriser encore la distribution d'Internet, l'offre ouverte de publication et la mise en relation des personnes ont dans le même temps favorisé les premiers entrants sur des plateformes de services. Ce fut le cas avec la musique autour de Myspace (2003) qui se vit cependant rapidement dépouillé de son rôle central par deux autres plateformes : celle d'Apple pour la distribution des contenus musicaux (iTunes, 2001) et celle de Facebook (2004) pour les dimensions d'affichage de soi et de recherche de connexion sociale. Les réseaux sociaux étaient implantés bien avant Facebook dans certains pays, comme en Corée avec une pénétration importante de Cyworld dans toute la population.

Et pourtant, en l'espace de 6 ans, Facebook parvint à prendre le leadership partout sauf en Russie face à VKontakte et en Chine face à Badoo puis QQ. La démonstration de l'effet réseau défini par Metcalfe ne pouvait être mieux faite, puisque l'avantage d'un large réseau est sans commune mesure avec un petit réseau, pour la diversité comme pour la proximité. Mais Twitter émergea ensuite (2006) et ses contraintes de publication brève (140 caractères) devinrent un atout pour des publications rapides et qui pointent souvent vers des contenus. L'important cependant réside dans la connexion d'amis ou de *followers* qui créent un nouveau maillage social que certains considèrent comme une autre manifestation de sociabilité.

Pourtant, en restant au plus près de l'architecture technique et des modèles économiques de ces plateformes, il apparaît que la clé du succès financier de ces plateformes réside avant tout dans leur capacité de prédation des données et traces personnelles pour les revendre aux marques. Cela n'enlève rien à l'attractivité du service mais cela permet de comprendre la mutation nouvelle qui s'est déroulée avec le Web 2.0. Ce moment que l'on présente comme l'âge des foules et de leurs contributions ouvertes est en fait devenu une carrière de données à ciel ouvert, données que l'on peut fouiller gratuitement (*data mining*) et qui génèrent d'autant plus de revenus que ces plateformes sont devenues des « points de passage obligés » (pour les utilisateurs et pour les marques) et écrasent et dévorent leurs concurrents comme l'ont fait Facebook et Google lors d'acquisitions que nous détaillerons plus loin. Les enjeux d'un gouvernement par ces « *corporate leviathan* » [Wu, 2011] sont d'autant plus complexes qu'un lien étroit est ainsi tissé avec les activités ordinaires et les services offerts aux internautes : le Léviathan est bel et bien constitué des traces singulières du « peuple en ligne » et non seulement un monstre lointain.

Les traces ainsi produites sont devenues en effet une matière première de grande valeur dès lors qu'elles sont à grande échelle : elles peuvent être élaborées comme les *posts* de Facebook, plus simples comme les *likes* mais encore plus élémentaires avec les clics effectués sur un lien dans la liste des réponses de Google à une requête. Les enjeux de *privacy* sont désormais soulevés sur un mode de plus en plus conflictuel, ce qui ternit leur réputation, et notamment celle de Facebook, ce qui reste le critère essentiel aux yeux des investisseurs. Cela semble pourtant peu affecter les comportements des utilisateurs, tout heureux de bénéficier de services gratuits, même si la CNIL française a pu condamner Google à 50 millions d'euros comme contrevenant au RGPD (Règlement général sur la protection des données) en janvier 2019. C'est ainsi que l'expression : « sur Internet, si c'est gratuit, c'est que vous êtes le produit » est devenue connue de tous sans que cela change encore grand-chose aux pratiques de ces plateformes. L'Internet est désormais entré dans l'ère des plateformes, vantées par les technophiles enthousiastes [Colin et Verdier, 2012], mais cela indique avant tout :

– un effet de centralisation du réseau et de son trafic qui n'a plus rien de l'Internet distribué du début ;

– une tendance à la captation dans des architectures propriétaires qui n'a plus rien à voir avec la connexion ouverte à l'origine du Web (« le Web est mort » proclame Chris Anderson dans *Wired* en 2010, sous-entendu à cause des applications qui sont closes sur elles-mêmes) ;
– un modèle de prédation des données et des traces produites par les utilisateurs qui se distingue nettement du mouvement d'ouverture et de partage du code constaté au même moment.

Les alternatives

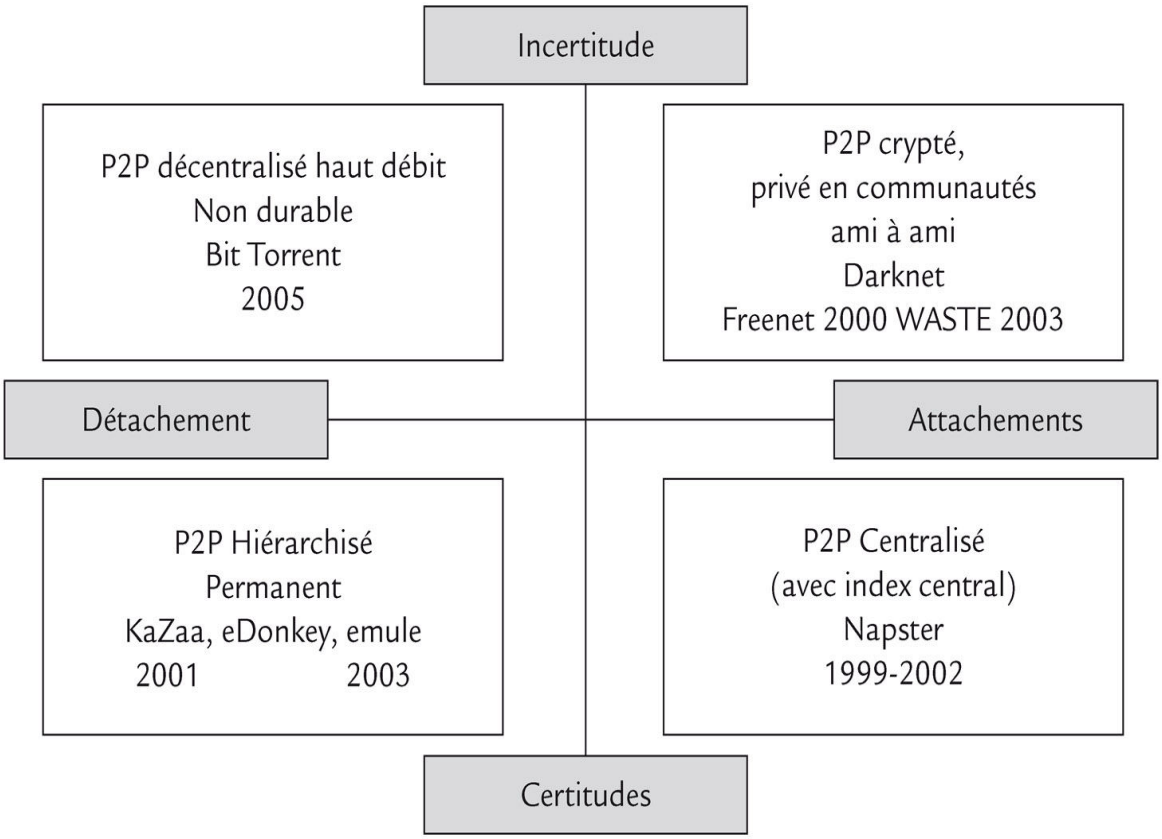
Il convient de rectifier le tableau sinistre que nous venons de dresser. L'effet plateforme a en effet tout changé dans l'organisation d'Internet et du Web au détriment de ses valeurs initiales. Mais pendant le même temps, d'autres acteurs ont continué à développer ou à maintenir des architectures et des façons de faire alternatives. Déjà nous avons mentionné Wikipédia qui est resté entre les mains de ses amateurs et qui n'a jamais adopté un modèle commercial ni de technique de prédation ni de fermeture du code. Wordpress a aussi été évoqué, qui est certes une compagnie privée mais dont le succès dépend du caractère ouvert du code, amélioré sans cesse par une communauté maintenue par les dirigeants qui ont explicitement refusé des offres d'investisseurs. Plus largement, les dispositifs de partage de ressources ouvertes se multiplient depuis le début des années 2000 avec notamment des formes d'entraide gratuite (hébergement, covoiturage, etc.), de *crowdsourcing* ou de *crowdfunding* qui exploitent à plein le potentiel de connexion entre un grand nombre d'internautes qui ne se connaissent pas. L'économie distributive fait désormais partie des potentiels de l'économie en général. Elle avait été précédée par deux formes tout à fait différentes qui ont un lien plus étroit avec l'architecture du réseau lui-même, le logiciel libre et le *peer-to-peer*.

Dans le cas du logiciel libre, le réseau est devenu l'infrastructure pour un mode de production nouveau, aurait-on dit en termes marxistes. Des producteurs libres s'associent pour mettre à disposition du plus grand nombre un bien commun, un logiciel qui continuera d'évoluer avec les mêmes règles, puisque les licences obligent à respecter son caractère ouvert, et qui sera optimisé en permanence. À tel point que le logiciel libre est désormais reconnu comme le mode de production le plus fiable en matière de logiciel. Certes, les contributeurs ne sont pas des novices ; certes, il faut

être reconnu par la communauté qui se rencontre parfois physiquement mais la puissance de création collective n'est possible que grâce à la mise en réseau.

Dans le cas du *peer-to-peer*, le processus est le même et nous aurons l'occasion d'y revenir pour montrer ses effets puissants sur les industries culturelles. Il faut seulement souligner ici qu'une architecture particulière a été inventée à cette occasion depuis la fin des années 1990, qui prolonge le caractère distribué d'Internet initial. Ce n'est pas un hasard si le site de Napster, le premier système de *peer-to-peer* pour l'échange de fichiers musicaux n'a pas résisté aux attaques légales de la RIAA (producteurs de musiques américains) car il s'agissait d'un P2P centralisé, qui gardait la trace sur son serveur de toutes les adresses à connecter pour récupérer les fichiers. Mais bien avant que Napster fût condamné à fermer en 2002, d'autres formes de P2P avaient été créées, avec Kazaa, emule, edonkey, où le centre disparaissait mais où les fichiers demeuraient cependant identifiables sur les machines ressources (les *seeds*) de façon permanente. Plus tard en 2005, Bit Torrent gagna en rapidité en obligeant toutes les machines qui téléchargeaient à accepter qu'on vienne aussitôt prendre les paquets qui avaient été déjà téléchargés. Cette méthode crée un effet de distribution quasiment contraignante mais a aussi pour conséquence de favoriser très nettement les téléchargements des contenus qui sont très demandés, les autres plus rares disparaissant carrément de la carte tant les *seeds* sont peu nombreuses.

Figure 1.6 La boussole cosmopolitique des réseaux *peer-to-peer*



Ainsi cet Internet retrouve des vertus de distribution mais devient en même temps plus éphémère, ce que l'on commence à voir de plus en plus souvent avec d'autres applications comme Snapchat. Les dernières évolutions des architectures de P2P vont plutôt dans le sens d'un cryptage des échanges au sein de communautés plus restreintes, comme c'est le cas avec Waste depuis 2005. Il faut y voir aussi une tendance lourde d'Internet alternatif aux plateformes. Pour éviter tout effet de prédation des données personnelles et toute traçabilité, Internet deviendrait ainsi un système éphémère et crypté. Les choix politiques sont ainsi bien établis et les conflits permanents sur les données personnelles, sur le copyright depuis 2000 au moins n'ont fait que s'amplifier. Cet univers autogouverné a de fait évolué vers une architecture de réseau qui devient souvent contre-productive du point de vue du bien commun et pourtant toujours génératrice de revenus colossaux.

La présentation des politiques possibles en matière de *peer-to-peer* sous forme de boussole permet de souligner la pluralité des solutions techniques possibles dans le numérique, jusque dans les domaines alternatifs comme le

P2P. Et chaque solution pourrait à nouveau être examinée en détail pour montrer un nouveau faisceau de choix.

La blockchain, attracteur étrange, comme alternative radicale ?

Parmi ces architectures distribuées, la référence à la blockchain est devenue incontournable dans les discours innovateurs [De Filippi, 2018]. Mais il importe d'éviter de succomber à ces derniers si l'on veut parvenir à comprendre les enjeux sociotechniques. Reprenons donc notre méthode pour restituer du pluralisme et de la critique dans cette analyse appliquée ici à la blockchain, dont les propriétés techniques seront présentées au fur et à mesure. La démarche se veut donc généalogique, formelle sur le plan technologique, pluraliste et « controversiale », située dans des milieux et des époques spécifiques, et, finalement, critique.

Écarter les discours d'accompagnement promotionnels et a priori critiques et trop généraux (la technologie « symptôme de… »).

Non, la blockchain n'est pas LA solution à tout et son contraire et surtout pas la solution au réchauffement climatique (qu'elle aggrave notoirement). Non, la blockchain n'est pas le substitut de tous les tiers de confiance. Non, la blockchain n'est pas un modèle d'architecture distribuée, transparente et somme toute démocratique. Non, la blockchain ne sert pas à générer des bitcoins. Tapsott et Tapscott [2018] ont fait beaucoup pour populariser les promesses de la « *blockchain revolution* », mais il faut noter que leur préface de l'édition papier est très longue, car beaucoup d'eau a coulé sous les ponts depuis leur version initiale (2016) et qu'ils sont devenus conscients des dérives déjà en cours ainsi que des effets contre-productifs de l'annonce de la solution unique à tous les problèmes sociaux. La blockchain reste cependant pour eux « l'Internet de la valeur », là où le Web était l'Internet de l'information. Et la blockchain pourrait même, selon Casey [2018], résoudre « la tragédie des communs », cet usage abusif et irresponsable de toutes les ressources naturelles qui sont des communs. En les traçant et en suivant toutes les transactions liées à leur usage, grâce à la blockchain, il serait possible d'orienter avec précision un nouveau modèle économique écologiquement responsable.

Repeupler les descriptions du cas technologique de toutes ses variations.

Parlons donc des blockchains et de leurs modes de mise en œuvre très variés. Celle qui supporte le Bitcoin, la cryptomonnaie bien connue, n'est qu'une des formules possibles. Ces chaînes sont publiques, d'autres sont privées. Parmi les chaînes publiques (où tout le monde peut participer), Ethereum génère par exemple une autre monnaie, l'Ether, mais il en existe des dizaines, plus ou moins convertibles avec le Bitcoin. Il existe des usages de la blockchain pour des organisations non centrées sur la production de monnaie, pour gérer tout type de transactions, de contrats, de traçabilité, dans tous les domaines (de la vente de poisson aux produits financiers). Et chacune de ces solutions fait appel à des principes très variés dont certains sont totalement expérimentaux, sur les modes de gouvernance, sur les types de blocs, sur les preuves à fournir pour les valider, etc. La diversité des incitations à la coopération (car il faut valider ensemble toutes les transactions) est grande, mais elle est le plus souvent financière à travers une preuve de travail (*proof of work*) qui est en fait le nœud des dérives actuelles. Ethereum a changé le principe de la preuve de travail en preuve de participation (*proof of stake*) qui lui a permis de supporter 70 % des applications distribuées selon Tapscott et Tapscott en 2017.

Identifier le noyau invariant.

Malgré cette diversité, deux principes gouvernent la blockchain [Berbain, 2017]. L'architecture distribuée est la clé de toute l'opération qui vise à fournir un grand livre (au sens comptable) numérique qui enregistre de façon infalsifiable toutes les transactions, financières ou non, tous les contrats que peuvent passer des participants. L'architecture distribuée permet de se passer d'un tiers de confiance (un État, une banque, un notaire, etc..) car toutes les informations sont reproduites dans tous les nœuds de la chaîne, une fois les blocs validés. Car la distribution des nœuds nécessite que chaque transaction soit incorporée dans un des « blocs », de taille standard, cryptés, qui encapsulent les contenus des transactions, mais dont les paramètres (métadonnées) seront définitivement scellés et publics. Il est difficile d'aller plus loin dans le noyau (distribution, blocs, validation, grand livre) car tous les autres choix seront particuliers à des solutions.

Repérer à quelles solutions techniques (ou organisationnelles) préexistantes l'innovation s'oppose ou s'ajoute.

On comprend l'enjeu institutionnel majeur soulevé par cette architecture : toutes les positions de tiers de confiance dans les affaires et dans le droit notamment [Garapon et Lassègue, 2018] sont concernées, du notaire à la banque. À tel point que lorsque la blockchain s'applique à la gestion des identités (par exemple avec Enigma du MIT medialab), Joe Lubin (fondateur de Ethereum) parle de « *bootstrapping ourselves* », c'est-à-dire de « nous auto-instituer ». Les avantages sont alors de pouvoir piloter la distribution des éléments de notre identité et de ne plus nous faire piller comme sur les plateformes actuelles. Mais le risque est aussi de générer cette nouvelle fiction de l'autoengendrement qui ignorerait, comme le dirait Legendre [1985], l'ordre des générations, qui est à la base de l'état-civil, des identités légales et des institutions. L'enjeu de la confiance est devenu tellement décisif dans un univers numérique où tout peut être falsifié, capté, publié, que la méthode de la blockchain se présente comme une solution radicale de *défiance*, et non de confiance, contrairement à ce qui est parfois mis en avant dans les discours d'accompagnement. Personne n'ayant plus assez de crédit pour certifier des transactions et des contrats, la validation sera distribuée entre tous, par des méthodes qui doivent sans cesse manifester les preuves du contrôle, parce qu'on ne fait plus confiance à personne.

Repérer des principes de différenciation dans les solutions existantes, même embryonnaires ou abandonnées.

Pour éviter la focalisation sur les gagnants, la méthode de la boussole cosmopolitique peut être utilisée (figure 1.6, explications dans le chapitre sur la ville numérique). Les variantes de la blockchain peuvent porter sur les modes de gouvernance, qui vont donner lieu à des DAO (*Decentralized Autonomous Organizations*) de type très différent (et dans tous les cas, non reliés à un système juridique quelconque) : plus ou moins de droits selon le travail fourni, plus ou moins de décentralisation politique ou architecturale [Buterin, 2017], plus ou moins adaptable, soit au centre soit en périphérie. Certaines finissent par ressembler à des organisations très classiques avec monopole de décision de fait entre quelques participants, puisque toutes les règles sont possibles. De même, les preuves de travail (*proof of work*, un calcul à réaliser, tradition issue de la cryptologie) peuvent être remplacées par des preuves de participation (*proof of stake*, selon la durée d'engagement) ou les décisions peuvent requérir des majorités différentes même si l'on parle plutôt de « *rough consensus* » (et certains débats sur la

longueur des blocs par exemple, sont parfois très sensibles puisque cela peut modifier les chances des petits mineurs de contribuer). Elles peuvent varier aussi selon les types de validation des blocs.

Puisqu'il faut certes valider les blocs mais certifier que ceux qui ont validé ces blocs l'ont fait correctement, il était de tradition de leur demander une « *proof of work* », non seulement pour encoder les blocs mais aussi pour résoudre un problème. Pour être autorisé à ajouter un bloc à la chaîne (donc valider la transaction et l'enregistrer puisque personne n'a d'autorité *a priori* pour le faire), il faut montrer qu'on a mobilisé des ressources de calcul pour résoudre un problème (avant tout de sécurité de la chaîne elle-même) dont la complexité varie selon le nombre de participants qui se concurrencent pour être celui qui ajoute le nouveau bloc. On considère que la fiabilité vient de la preuve fournie par ce travail de calcul (*proof of work*), qui va permettre d'intégrer le bloc à la chaîne de façon définitive, publique et infalsifiable. Cette résolution de problème nécessite une coopération et de la compétition, et des ressources de calcul qui vont servir à distribuer les rémunérations, selon l'effort fourni (12,5 bitcoins par bloc produit toutes les dix minutes environ, soit 1 800 bitcoins produits par jour en 2018). Les mineurs sont rémunérés par des cryptomonnaies, comme le Bitcoin, l'Ether ou XRP (Ripple). Là encore, les types de monnaie ou les types de rémunération peuvent varier.

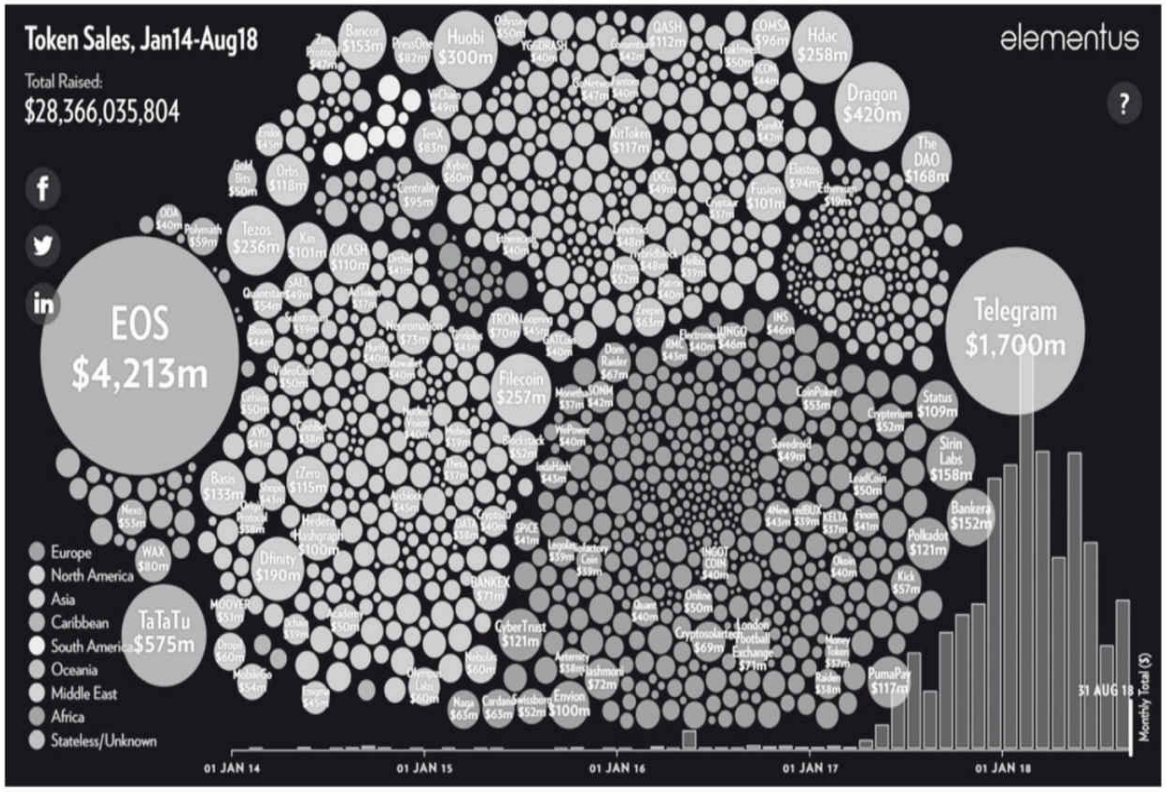
Refaire la généalogie technique pour comprendre quelles traditions informent les solutions proposées.

La blockchain développe un concept, l'architecture distribuée (la chaîne), fondé sur un principe mathématique pour la sécurisation (les « généraux byzantins » qui devaient échanger des messages basés sur un algorithme qui élimine les effets d'éventuels traîtres parmi eux) et un principe algorithmique (les blocs). La première chaîne de blocs avait été créée en 2008 par un certain Nakamoto (resté mystérieux) qui a utilisé ce principe pour générer la monnaie Bitcoin en janvier 2009. Un nombre limité de 21 millions de bitcoins seront émis, leur émission se réduisant graduellement jusqu'en 2040 où elle passera à 0. La nature des calculs qui permettent la validation des blocs les rend insolubles pour les mathématiciens. Les blocs sont donc validés en essayant des solutions aléatoirement, d'autant plus qu'il faut optimiser toutes ces opérations pour être le premier à résoudre le problème. Ce qui semblait pouvoir être distribué entre des mineurs

ordinaires a fini par se réduire à une concurrence entre quelques grandes firmes industrielles ou des « *mining pools* » qui ont conçu des fermes de serveurs uniquement pour réaliser ce *mining* de la blockchain, devenu très rémunérateur mais aussi de plus en plus coûteux en puissance de calcul.

Dégager les combinaisons gagnantes à un moment « t ».

Figure 1.7 La prolifération des ICO (*Initial Coin Offering*) fin 2017-début 2018



Source : https://elementus.io/

Les combinaisons gagnantes ont profité des opportunités culturelles, réglementaires, économiques, etc., pour dominer le secteur (mais qui peuvent changer). L'influence financière est présente d'emblée par la création de cryptomonnaie associée à la blockchain du Bitcoin et elle dicte en fait toute l'attractivité de la solution technique. Son caractère opaque a laissé croire au tout début que cette opération était en fait destinée à couvrir des échanges financiers illégaux issus de transactions dans le *Dark Web* notamment (drogues, armes). Ce fut le cas effectivement mais depuis, le caractère sulfureux de la blockchain s'est atténué pour faire apparaître les qualités du concept mais aussi pour amplifier son potentiel spéculatif. La

recherche de cette nouvelle poule aux œufs d'or a engendré des effets spéculatifs très problématiques puisque le Bitcoin est passé d'une valeur de 780 US $ le 12 décembre 2016 à un maximum de 17 500 US $ le 11 décembre 2017 puis s'est effondré à un minimum de 3 625 US $ le 3 décembre 2018. Au même moment (fin 2017), ce fut l'explosion des ICO (*Initial Coin Offering*) qui se voulaient des modes d'accès au financement radicalement nouveaux exploitant des structures en blockchain. Ce phénomène a généré un tel « *hype* » que les projets les plus aberrants ont pu chercher à attirer des financements, dont l'un des plus explicites, « PonziCoin », annonçait clairement la méthode de tromperie qui serait adoptée, la pyramide de Ponzi ! Le pic spéculatif de la fin 2017 s'est calmé mais le principe des ICO demeure et la messagerie Telegram a pu ainsi lever 1,7 milliard de dollars en 2018 (sans pour autant en faire une ICO publique) tant les investisseurs établis étaient attirés par ses « *gram tokens* ». Les ICO sont ainsi les meilleurs exemples de ce que nous désignons sous le nom de capitalisme financier numérique (voir chapitre 4), de cette économie d'opinion [Orléan, 2011] qui ne fonctionne qu'à la réputation [Boullier et Lohard, 2015], à l'attractivité pour les investisseurs [Feher, 2017], indépendamment de la pertinence sociale ou fonctionnelle d'un produit ou d'un service.

Considérer en quoi ces innovations peuvent bouleverser certains secteurs ou certaines positions acquises et rendre compte des controverses qui peuvent naître à cette occasion.

Nous avons déjà évoqué les controverses sur le côté obscur du Web qui y trouve refuge pour blanchir ses activités, sur les effets spéculatifs, mais la controverse se développe désormais sur le coût énergétique de cette validation de blocs. Les « *mining pools* » peuvent être assemblés autour de fermes de serveurs qui doivent s'implanter au Groenland ou dans d'autres régions froides pour limiter les coûts de refroidissement des machines. Le bilan énergétique de toute l'opération est un gâchis malgré les promesses de réduction des coûts des transactions par comparaison avec la « bureaucratie » des intermédiaires habituels. La puissance des serveurs ne peut cependant que se développer, non seulement à cause du nombre exponentiel de transactions traitées mais aussi à cause de la concurrence entre les mineurs à qui l'on soumet des problèmes (*proof of work*) de plus en plus compliqués pour maintenir un rythme de production de blocs régulier, toutes les dix minutes (en particulier pour la chaîne Bitcoin dont le nombre

est fini). Ce type de blockchain est en fait très lourd et très lent pour des raisons d'équité et de modèle économique. Plusieurs variantes sont cependant possibles et lorsque les conflits atteignent un certain seuil, ils peuvent déboucher parfois sur des forks (bifurcation logicielle ou fourche au Québec). Ainsi, Hyperledger lancé par la fondation Linux en décembre 2015 constitue une alternative à la « *proof of work* » si énergivore. Les votes à la supermajorité permettent de certifier plus rapidement et de façon tout aussi robuste les transactions. C'est le projet de blockchain qui se développe le plus dans le monde entier, soutenu par de grandes industries.

Malgré cette diversité des chaînes, l'altération de la dimension distribuée fait aussi l'objet de controverses car le système repose sur quelques fermes de serveurs très puissantes. De même, certaines DAO n'ont plus rien de vraiment distribué dès lors qu'elles sont totalement fermées et réparties entre entités financières par exemple, au sein d'une même banque parfois, ce qui fait revenir par la fenêtre les tiers de confiance que l'on a chassé par la porte.

Identifier les dérives en cours et les abus de position dominante économique ou idéologique qui rendent le débat démocratique impossible.

Le potentiel spéculatif n'est pas périphérique à la blockchain, il est inscrit dans le mode de rémunération des mineurs qui doivent valider les blocs. Cette foi dans l'effet de la compétition qui se veut coopérative au point de se passer de tout tiers de référence est un véritable hymne au règne du marché sur toutes les transactions, contrats et échanges. Au point de vouloir tout transformer en contrat (*smart contracts*) qui pourrait être validé par une blockchain, depuis les échanges avec le marchand de fruits (qui fonctionnent à la confiance en la monnaie et en l'intermédiaire qu'est le marchand) jusqu'à la notation des élèves dans une université (qui ne pourrait ainsi pas être détournée durant les échanges ou les jurys). Il est sans doute possible d'inventer d'autres modes d'intéressement et d'éviter la compétition mais au prix d'autres garanties que l'on devrait alors aller chercher ailleurs, dans des valeurs partagées ou dans… des tiers de confiance à nouveau (d'où la demande de garantie faite aux États, comme en Estonie). Mais l'époque est en fait à une expérimentation tous azimuts au point de redéfinir en profondeur le sens même d'une institution, de ce qui la fonde, de ce qui peut générer de la confiance au-delà de la fiabilité technique. Et cela pour les entreprises (qui peuvent devenir des réseaux de contributeurs), pour les services publics ou pour le droit en général (qui peut voir révisée toute la

procédure en « droit robotisé ») [Garapon et Lassègue, 2018]. La quête d'un garant indiscutable porte en elle la demande de fin du contradictoire, dans ses deux dimensions, politique et juridique. La croyance en la solution technique et marchande est donc renouvelée avec la blockchain et constitue sans aucun doute un levier de destruction des fondements des États, mais le principe de la blockchain, lui, aurait pu subir une autre torsion qui valorise réellement la distribution, sans la spéculation et avec des limitations à certains types de transactions, comme on le voit avec le modèle Hyperledger. Il est probable d'ailleurs que le bon créneau et l'alignement de médiations pertinent [Hennion, 1993] seront trouvés après toute cette phase de tâtonnement.

Du Web sémantique révisé au monde du *Big Data*

Les données sont devenues les ressources clé de tout le réseau et les polémiques sur les contenus sont en fait proportionnelles à l'échelle des industries culturelles, comme nous le verrons, c'est-à-dire portant sur des montants très faibles comparés aux chiffres d'affaires des grandes plateformes et à leur valorisation en bourse. L'ère du *Big Data* est désormais présente et change à nouveau toute la dynamique du réseau, jusque dans sa version 2.0. Beaucoup ont prophétisé ou souhaité le développement du Web 3.0, y compris Tim Berners-Lee, qui l'appelait Web sémantique dès 1998. Son rêve était en effet de mettre de l'ordre dans ce Web où tout le monde publiait déjà tout et n'importe quoi et rendait l'orientation difficile : en contraignant les producteurs de sites Web à tous utiliser le même système de métadonnées, il serait alors possible d'exploiter en profondeur et avec du sens, tous les liens ainsi créés. En fait, le démenti était venu rapidement de deux côtés :

– de Google, qui évitait tout travail sémantique et indexait en fonction de métriques qui lui étaient propres mais qui donnaient une bonne approximation des sites pertinents pour une requête donnée. Les données et leur traitement en masse des traces d'activité des utilisateurs suffisaient donc à offrir une forme d'orientation possible dans le Web ;

– des sites d'indexation sociale, tels que del.icio.us, qui encourageait le tagging personnalisé des sites par les internautes et son partage. Plutôt que de parier sur une discipline à caractère sémantique, structurée en ontologies, comme le voulait la version primaire du Web sémantique,

ces sites misaient sur les *folksonomies* [Auray, 2007], les capacités de catégorisation indigènes, pourrions-nous traduire, qui restituaient ainsi des orientations à partir des activités qui faisaient sens pour des internautes ordinaires. Nous avions parié sur le succès de cette approche dès 1998 face à la vision de Berners-Lee et c'est elle qui s'est massivement déployée dans les réseaux sociaux qui fonctionnent comme de grands systèmes d'orientation à partir de proximités culturelles entre les personnes.

En réalité, l'ajout de sémantique dans le traitement des requêtes ou dans l'orientation sur le Web combine désormais ces deux approches, permettant d'exploiter les tags posés par les utilisateurs spontanément pour les réorganiser en structures quasi ontologiques en les révisant, selon un processus *bottom-up* ou en utilisant des suggestionneurs de tags qui permettent de normaliser les pratiques. Comme on le voit, en combinant automatismes et contributions, données structurées et non structurées, plusieurs solutions d'orientation sont possibles.

Pourtant, ce débat semble lui-même déjà dépassé par l'irruption du *Big Data*. Il n'est plus question ici d'orientation à caractère sémantique ni social : l'enjeu est aujourd'hui de proposer des offres qui anticipent sur ce que les internautes cherchent grâce à la connaissance fine, individuelle ou collective, de leurs profils ou de leur parcours. Et dans ce processus de *matching* permanent, toutes les activités sur le réseau sont autant de traces réexploitables et toutes ces traces sont traitées massivement en parallèle pour trouver des corrélations en entrant le moins possible dans la sémantique ou dans le social. Les historiques des recherches suffisent pour proposer un filtrage pour les nouvelles requêtes, grâce à la version 2013 de l'algorithme de Google qui utilise Hummingbird par exemple. Cela crée ainsi ce qu'on appelle « *a filter bubble* » [Pariser, 2011] puisqu'il est possible de prédire la véritable attente masquée dans une requête ambiguë grâce au croisement de sources de données diverses qui respectent les critères du *Big Data* (Volume, Variété, Vélocité). Mais ces corrélations entre données n'ont pas besoin d'être reliées à de supposés humains : tous les objets qui sont désormais connectés au réseau et qui vont disposer de leur adresse IP, ce qu'on appelle Internet des objets (IoT, *Internet of Things*), peuvent être pris en compte au même titre que des expressions sur un blog ou qu'un *like* que l'on pense encore activé par des humains.

Le système d’adresses a changé avec la version du protocole IP qu’on appelle IPv6, qui change la façon dont sont composées les adresses IP (codées en 128 bits au lieu de 64) et qui permet d’en générer des milliards de milliards (3,4 × 1 038) sans risquer la saturation comme c’était le cas avec IPv4. Le réseau Internet est donc prêt pour dépasser cette phase de réseau social contributif des années 2000 et pour devenir une gigantesque machine de production et de captations de traces, humaines ou non, mais en tout cas, corrélées par les algorithmes qui sont développés par les plateformes. Ce modèle d’Internet relève certes du *Global Giant Graph* comme le disait T. Berners-Lee mais les nœuds du graphe ne sont en rien seulement des humains identifiables mais des entités de toutes sortes, pilotées par des systèmes multi-agents qui réussissent à atteindre un niveau de coordination impensable il y a encore quinze ans.

Histoire des supports médiatiques

L'histoire des médias est une histoire longue et nous l'avons déjà reprise en partie en nous appuyant sur l'histoire de l'imprimerie dans notre introduction. Il n'est pas possible de revenir ici sur tous les médias même s'ils sont tous affectés profondément par la révolution numérique. Nous insisterons ici sur deux supports médiatiques, la photographie et la musique enregistrée, dont les propriétés techniques permettent de comprendre ce que fait le numérique à notre expérience esthétique, à notre consommation culturelle et à nos goûts. Il se trouve que ce sont aussi les pratiques les plus populaires, loin du Web savant issu des communautés académiques des débuts. Les autres dimensions des médias, notamment celles des *mass media*, seront traitées plutôt dans le cadre des mutations de la démocratie et des usages.

La photographie : après 100 ans d'argentique, le triomphe numérique de l'amateur

La photographie tient une place privilégiée dans la mutation numérique (et en second plan l'image animée qui la prolonge). Elle constitue en effet le vecteur populaire par excellence de transmission de façons de faire, une chance d'appropriation du numérique sans difficulté pour les publics les moins instruits. Son succès tient pourtant au fait qu'elle était déjà auparavant entrée dans les mœurs comme pratique populaire ou comme « art moyen » [Bourdieu, 1965] en raison d'un modèle de service qui constituerait presque un exemple pour toute l'économie actuelle d'Internet. Mais, paradoxe, la compagnie qui mit en place ce modèle, Kodak, créée par Eastman, fut incapable de s'adapter à la mutation numérique et a vendu tous ses brevets en 2013. Cette histoire mérite d'être contée rapidement pour mieux saisir la profondeur de la révolution actuelle.

La photographie fait souvent partie des stéréotypes de l'histoire mythique des inventions. Après Louis Daguerre et Nicéphore Niépce, George Eastman fait partie de ces héros qui semblent avoir fait émerger des limbes une technologie sans passé et sans ratés. Pourtant, la sociologie et l'histoire de

l'innovation se sont largement saisies de ce cas pour montrer comment Eastman a dû faire preuve d'une obstination et d'une capacité de réinvention permanente pour arriver à ce succès apparemment miraculeux [Jenkins, 1976]. Pour résumer brièvement toutes ces étapes, indiquons que Eastman avait d'abord créé en 1880 un procédé de production de plaques sèches pour les photographes professionnels qui étaient les seuls à avoir cette compétence et qui en avaient fait un métier. Ce procédé était plus simple à utiliser que les plaques humides qu'il fallait enduire de collodion aux ions argent mais, dans le fond, il ne changeait pas la chaîne de production de la photographie et ses médiations. Mais en 1884, ce fut un tout autre défi que Eastman se proposa de relever avec le soutien de William Walker (oublié de ces histoires mythiques) : créer un appareil de poche (*pocket camera*) avec au fond de la chambre noire un film pelliculaire flexible enroulé. Pour réaliser cela, il fallut par exemple acquérir des brevets et récupérer l'idée de boîtier de Wernerke qu'il n'avait pas pensé à breveter dans les années 1870, ce qui indique bien que la capacité d'association d'un tel innovateur s'étend aussi à tout son environnement et aux inventions passées. Un principe guide donc Eastman, principe que l'on retrouve en permanence dans l'histoire du numérique, celui de la miniaturisation, de la portabilité.

Mais pourtant, ce n'est pas là que se situe la véritable trouvaille, qu'il ne parviendra à mettre en œuvre qu'après avoir entièrement réinventé son procédé en 1889. Ce qu'invente en fait Eastman, c'est le photographe amateur. La rupture essentielle est là, elle change totalement le point de vue et s'attaque de front à l'intermédiation existante, et à tout le corps professionnel qui la soutient, celui des photographes professionnels. Cette place donnée à l'amateur et cette rupture avec les chaînes de production existantes sont des traits que l'on retrouve exactement dans toutes les innovations numériques. L'idée de génie d'Eastman n'est donc pas seulement technique mais elle est couplée à une vision d'un « utilisateur-modèle » pourrait-on dire pour paraphraser Umberto Eco [1985] et son lecteur-modèle (un « *user-centered design* », dirait-on aujourd'hui) et à la mise en place de tout le design et tout le service qui en découlent : ainsi, il lui fallut installer un circuit de récupération des pellicules déposées par les amateurs qui revenaient reprendre leurs tirages photos ensuite. Penser le mode de production/diffusion numérique impose de la même façon de repérer dans le même mouvement les innovations techniques et les services et les réseaux qui produisent un modèle d'utilisateur inédit et bouleversent

les chaînes de services existantes. Kodak, la compagnie créée par Eastman, est parvenu à faire exister une entité inconnue jusqu'ici, le photographe amateur. On retrouvera ce même mouvement mais sans les conséquences de même ampleur avec les radios amateurs jusqu'à ce que le numérique en réseau fasse proliférer cet amateur [Flichy, 2010].

Ce réseau, au sens de l'acteur-réseau [Akrich, Callon et Latour, 2006, qui utilisent le cas Eastman comme archétype], a tenu plus de cent ans, il faut le noter, avec des évolutions notables certes, avant de s'écrouler en moins de vingt ans dans le tourbillon numérique au moment même où son modèle est amplifié par le numérique, mais avec d'autres médiateurs. La portabilité a été améliorée par les formats 24 x 36 de Leica en 1925 (au lieu des 6 x 6 ou 6 x 9). La couleur a été apportée par Kodak en 1936. Et l'immédiateté est aussi proposée mais par Polaroïd en 1948 avec ses appareils à développement instantané, la plus grande menace pour Kodak, ce qui donnera lieu à des procès à répétition à propos des brevets. Le retour à la fin des années 2010 de cette offre instantanée papier relève de la tendance classique au *vintage*, sans l'argument de la qualité que l'on peut trouver pour le retour du vynile. La première émergence du numérique dans la photographie amateur est signée Sony avec son Mavica en 1981 : notons cependant que seul le capteur est numérique (CCD de 279 300 pixels) alors que le stockage reste analogique, ce qui ne menace en rien toute la chaîne de production des pellicules. Le capteur est cependant un élément de la mutation à venir car c'est à cet instant que l'image devient calculable : au lieu de l'impression de la lumière affectant les ions argent d'une pellicule, le capteur numérique décompose le signal lumineux en valeurs électriques recomposées en pixels (« *picture element* »), une unité de surface qui devient la base du calcul de l'image comme assemblage d'unités discrètes. La couleur est aussi décomposée par un filtre Bayer et désormais calculée en valeurs de RGB (*Red Green Blue*). Tous ces principes et ce vocabulaire ont fini par inonder les publicités et l'activité quotidienne des amateurs (mégapixels, prise RGB, etc.) mais sont au cœur même de la mutation numérique qui décompose pour rendre calculable.

Mais ce changement de matière première aurait pu rester une mutation du circuit de production qui aurait débouché ensuite sur une impression analogue aux tirages photo précédents. C'est pourquoi Kodak a continué à vendre des appareils photos numériques pendant un certain temps, bénéficiant ainsi des conventions établies. Mais lorsque l'appareil photo lui-

même s’est dissous dans le téléphone portable, tout l’édifice s’écroula. Depuis 1998 environ, et avant l’arrivée des smartphones, tous les téléphones comportent un appareil photo et ils sont devenus le vecteur essentiel de la diffusion non seulement de la photographie mais de l’accès au monde numérique. Car le téléphone était une convention beaucoup plus forte et accessible à tous, qui, en devenant portable, n’a pas créé de nouvelles barrières d’accès mais a au contraire étendu la culture numérique. Et la photo reste son vecteur majeur dans le monde entier. Les professionnels avaient été débordés par les amateurs inventés par Eastman et Kodak mais ces derniers ont été eux-mêmes débordés par la masse d’amateurs de téléphone pratiquant la photographie. « La naissance du lecteur doit se payer de la mort de l’auteur » disait Barthes en 1968, et cela ne touchait pas seulement l’auteur mais le professionnel médiateur et toute la chaîne de médiation.

Cette histoire est typique de toute la transformation de l’intermédiation provoquée par le numérique : toujours plus près des amateurs, toujours plus *low-tech*, jouant la masse avant l’excellence et pouvant grâce à cette base équipée augmenter l’excellence. La performance des téléphones portables actuels en matière de qualité photographique ne cesse d’augmenter bien au-delà de ce que les utilisateurs peuvent encore maîtriser, pourrait-on dire. Mais la prolifération de sites de stockage et d’échanges (de Flickr à Instagram) ou d’applications de traitement indique bien une vraie contagion par la photographie numérique communicante. Cette dimension de partage, y compris à travers les selfies, est considérée comme essentielle par André Gunthert [2015] pour comprendre la mutation de la photographie numérique « fluide, dématérialisée, connectée, partagée » qui entraîne toute une vision du monde. Les pratiques et le sens culturel de la pratique photographique en sont affectés : la prise de vue est automatique et joue sur la masse pour sélectionner après coup la photo réussie (le faible coût marginal du numérique élimine la rareté mais aussi l’art du cadrage et de la préparation), les trucages et autres filtres sont pratiqués par tous les utilisateurs et permettent d’expérimenter le doute général sur le « ça a été » qui était le noème de la photographie, comme le disait Roland Barthes [1981].

Désormais, cette confiance *a priori* dans l’authenticité de la trace qu’est la photographie n’existe plus et l’esprit relativiste s’est développé par la pratique elle-même. La décomposition technique, pixel par pixel, altère la chaîne chimique de traitement de la lumière qui fondait ce mythe du « ça a

été » et la diffusion massive des outils de traitement l'amplifie encore, comme on le voit avec Instagram et ses filtres stéréotypés mais très populaires. Cela n'empêche pas, au contraire, la prolifération de la photo sur tout Internet ce qui entraîne une réorganisation des intermédiations qui préexistaient à l'époque des agences spécialisées. La photo prise avec portable devient un vecteur de communication ordinaire massivement partagé non seulement sur les applications spécialisées comme Flickr ou Instagram mais aussi sur toutes les plateformes d'échange immédiat comme WhatsApp, Telegram et Snapchat et même par les médias puisque la vidéo sur téléphone s'est elle-même installée comme pratique ordinaire.

D'un côté, les internautes amateurs peuvent publier librement leurs photos sur des plateformes d'accès gratuit mais certains gagnent en reconnaissance quasi professionnelle, par exemple sur Flickr (créé en 2004, 90 millions de membres en 2018 et 1 million d'images chargées chaque jour), sans parler de tout ce qui est publié de façon plus informelle sur Instagram et Pinterest. De l'autre, les agences se sont concentrées autour de plusieurs grands acteurs que sont Corbis (racheté par Visual China Group en 2016), Getty (distributeur des photos de Corbis hors de Chine pour Visual China Group) et Gamma-Rapho en mettant à disposition des milliards de photos indexées et valorisées commercialement. Se sont ainsi combinées deux évolutions apparemment contradictoires mais en fait typiques de tous les modèles de publication sur Internet, modèles que l'on appelle « oligopoles à frange » [Chantepie et Le Diberder, 2005] : les valeurs sûres sont captées par des plateformes puissantes limitées en nombre (effet de centralisation), les valeurs émergentes sont publiées sur des plateformes ouvertes qui servent à détecter les goûts du public par les recommandations, les avis fournis en masse (effet d'innovation), ainsi que l'avait détecté très tôt Michel Gensollen [1997] à propos de la musique.

Histoire des formats de l'industrie musicale

L'histoire de la musique enregistrée constitue elle aussi un cas d'école pour tout le numérique car cette industrie a subi la déstabilisation la plus radicale depuis la fin des années 1990 et ne s'en est toujours pas vraiment relevée. Quelques éléments de l'histoire technique de ses formats permettent de comprendre comment un modèle s'est constitué progressivement et comment malgré cette longue durée, comme pour la photo, il a pu

s’effondrer aussi brutalement. La naissance de l’enregistrement sonore est contemporaine du téléphone et de la photographie, dans ces dernières décennies du XIXe siècle si inventives. Deux formats d’enregistrement étaient alors en compétition : le cylindre d’Edison (le phonographe) en 1878 et le disque plat de Berliner (le gramophone) en 1887, tous les deux à gravure mécanique. Mais nous ne connaissons plus que le disque plat, au point de parler de l’industrie du disque et d’employer encore le terme pour CD (*compact disc*) qui semble relever du même format alors que la technologie a totalement changé.

L’enregistrement électrique fut inventé en 1925 par AT&T qui vendit les brevets à Victor, qui devint l’une des compagnies leaders sur ce marché. Mais attention, le disque était toujours un disque 78 tours qui ne durait que 4 minutes. Or, à la même époque, comme nous l’avons déjà précisé, naquit la radio, premier média de masse *broadcast*, qui diffusait largement cette musique enregistrée. Ce format d’enregistrement court devint ainsi un standard de la radio qui lui permettait d’insérer dans sa programmation non seulement des commentaires mais aussi des publicités, puisque ce mode de financement des stations de radio s’imposa dès la fin des années 1920.

Cela pourrait n’être qu’une anecdote mais cette question de la durée reste essentielle pour comprendre toutes les industries culturelles comme les ont dénommées un peu plus tard dans les années 1930 Adorno et l’école de Francfort [Adorno et Horkheimer, 1974]. L’attention du public n’est pas *a priori* formatée pour une durée maximale de trois ou quatre minutes, mais les conventions techniques et commerciales qui ont imposé ces formats ont fini par devenir des formats culturels qui sont considérés comme naturels. Pourtant en 1948, CBS invente le microsillon qui, avec cette nouvelle technique de gravure, lui permet de produire des LP (*Long Play*) de 20 minutes tournant en 33 tours. Rien n’y fera, l’industrie du disque penchera plutôt pour le 45 tours de RCA-Victor d’une durée maximale de… 4 minutes par face. Les programmateurs de radio, les producteurs de musique et les artistes eux-mêmes se sont ainsi progressivement réglés sur cette norme qui n’a pas été invalidée par le numérique.

Certes, le CD permettrait des durées nettement plus longues mais l’offre s’est constituée comme un agrégat de courts formats de 3 ou 4 minutes. Le flux musical analogique a été ainsi numérisé à partir de 1982 avec Sony et Philips, c’est-à-dire transformé en 0 et en 1 et gravé sur des CD en transformant le signal en passages entre creux et bosses lisibles par une

diode laser. Cette transition semblait douce, le format du LP se trouvant quasiment dupliqué dans un format de CD tout en conservant cet agrégat de morceaux courts. En 1988, les ventes de CD dépassaient les ventes de vinyle et l'avenir de la musique numérique semblait tout tracé.

Et pourtant, le marché de la musique enregistrée s'est effondré de 50 % entre 2002 et 2007. Une nouvelle mutation technique est en effet apparue et dans le même mouvement de nouveaux usages et de nouveaux intermédiaires. Les majors de la musique attribuèrent la responsabilité de tout cela au *peer-to-peer* de Napster mais aussi plus globalement au format MP3 qui, à lui seul, a changé le statut de la musique enregistrée. L'histoire du MP3 est en elle-même un cas d'école de l'innovation et, de ce fait, particulièrement difficile à reproduire ! Le MP3 (MPEG1 Layer III) a été créé en 1992 dans le cadre d'une recherche européenne sur la radio numérique, qui fait partie comme le nom MPEG l'indique, d'un programme complet de formats sur les images animées, *Moving Picture Expert Group*, ce qui indique bien la transversalité des innovations numériques. Notons que les brevets ont été déposés par des groupes industriels français dont France Telecom et que le format est devenu standard ISO en 1995. Une innovation provenant des programmes de recherche institutionnels, avec de grands groupes français et qui débouche sur une application largement diffusée, le cas n'est pas si fréquent. Si le MP3 connaît un tel succès, cependant, c'est qu'il permet de diffuser des contenus numériques sur des réseaux à faibles débits ou sur des supports de faibles capacités de stockage car il compresse le signal.

Les formats MPEG

Les MPEG *Moving Picture Experts Groups* sont des groupes d'experts de l'ISO et CEI (commission électrotechnique internationale) qui définissent les standards applicables dans les industries audio et vidéo. Leur rôle est considérable pour permettre la compatibilité dans un écosystème où l'innovation prolifère. Les grandes compagnies attachent une grande importance à ces groupes qui permettent de faire valoir leurs propres innovations alors que de fameuses batailles de standards (PAL/SECAM/NTSC pour les formats de codage vidéo couleurs utilisés pour la télévision analogique, VHS/Betacam pour les formats d'enregistrement vidéo, HD-DVD/Blu-ray pour les formats de DVD de haute définition) ont mobilisé des énergies féroces pour gagner des batailles souvent provisoires. Les groupes MPEG sont un bon exemple de lieu de gouvernance mondiale par les standards, qui a planifié longtemps en avance les programmes d'innovation et qui oriente ainsi les marchés de façon moins chaotique. On distingue MPEG1 : audio (MP3) et vidéo ; MPEG2 : codage de l'audio et la vidéo, pour la télévision numérique, pour les DVD, pour la TV sur ADSL. Débits : 2 à 6 Mbit/s pour la résolution standard (SD), 15 à 20 Mbit/s pour la haute résolution (HD) ; MPEG4 : norme applicable aux bas débits (jusqu'à 2 Mbit/s), inclut le DRM. Pour DivX, pour téléphones mobiles. MPEG4-AVC : gains

d’un facteur 2 à 3 par rapport à MPEG2 pour la TV haute définition, la TV sur ADSL et la TNT ; MPEG7 : recherche du contenu multimédia et indexation ; MPEG21 : architecture de description des « *Digital Items* » pour l’interopérabilité entre toutes applications.

Cette technologie de la compression est devenue essentielle à toute l’industrie des contenus qui émergeait sur les réseaux. Décomposer en unités calculables (pixels ou sons) permet de sélectionner les parties du signal que l’on veut transmettre et d’éliminer tout ce qui sera jugé inutile. Cette sélection est un crime pour le mélomane ou le professionnel de la photo mais quasiment imperceptible pour l’amateur peu éclairé. Ainsi la compression comporte un échantillonnage (le *sampling* qui permet de ne conserver le signal qu’à des intervalles variés) et notamment la destruction d’une partie du signal lorsqu’elle est masquée par une fréquence voisine (modèle psychoacoustique dit de « l’effet de masque » : par exemple, lorsqu’un *piano* suit immédiatement un *forte* très marqué, il n’est quasiment plus audible). Un modèle des capacités perceptives humaines est donc pris en compte et adopté pour justifier la compression, choix technique délibéré, qui parie dans le même temps sur l’acceptabilité sociale de cette opération de la part d’un certain public.

Voilà bien ce que fait le numérique : produire des équivalences calculées d’expériences humaines et tester leur acceptabilité. L’approximation est insupportable pour certains experts, elle est en revanche souvent convaincante pour un large public : les contenus de tous types, les modèles de données, les réseaux sociaux eux-mêmes peuvent être considérés comme des approximations qui finissent par fournir des substituts acceptables. Et comme les puissances de calcul ne cessent de croître, que les réseaux gagnent en capacité, la substitution peut se faire en rendant l’approximation de plus en plus parfaite. Mais dans le même temps, les fichiers peuvent être enrichis de métadonnées (ou *tags*) qui leur permettent de circuler, d’être identifiés selon plusieurs attributs, ce qui restait très lourd à mettre en place avec l’analogique.

Napster sut exploiter toutes ces propriétés du numérique et l’inscrire à partir de 1999 dans un système d’échange ouvert qui faisait déjà partie de la culture même d’Internet dans sa version *hacker*. L’architecture *peer-to-peer* fit là une démonstration de puissance qui a marqué les esprits et déstabilisé tout l’écosystème de la musique enregistrée. Certes, les copies ont toujours existé, voire même à grande échelle dans certains pays non solvables, que les majors laissaient agir en attendant leur émergence comme nouveaux

marchés. Mais la facilité d'accès à un répertoire central alimenté par tous les internautes pointant vers des contenus présents sur leurs machines, certes privées mais soumises au droit de la propriété intellectuelle, créa un engouement remarquable qui fit chuter radicalement la vente de musique enregistrée. Le piratage profita d'ailleurs de ce découpage en morceaux brefs, qui est une tradition très ancienne comme nous l'avons rappelé, car rien du point de vue de l'internaute, ne justifiait plus le regroupement de morceaux sur un même support, le CD, qui visait surtout à créer un bien exclusif.

La mise sur le marché d'appareils portables à fortes capacités de stockage grâce au MP3, comme l'iPod en 2001, modifia considérablement l'expérience d'écoute de la musique, et créa cette immersion permanente dans son « phonotope » [Sloterdijk, 2005]. Grâce aux réseaux P2P, ce phonotope n'avait plus de limite et devenait même prétexte à échanges. Napster succomba très vite en 2002 aux pressions juridiques des éditeurs de musique et se convertit en société ordinaire, notamment parce qu'il reposait encore sur une architecture de P2P centralisée (avec un répertoire central orientant vers les machines qui mettent les morceaux à disposition) et donc identifiable par les représentants des ayants droit.

Lorsqu'Apple lança iTunes en 2003, le principe de la vente en ligne de morceaux brefs et désormais détachables fut reconnu et prolongea ainsi l'expérience du P2P. Compression MP3 et fin du support agrégat exclusif qu'était le CD étaient ainsi installés comme standard d'un nouveau marché. Apple fixa même le standard du prix d'un morceau, un micro-paiement « indolore » de 99 cents. Apple parvint ainsi à capter le marché de la musique en ligne face à des producteurs et éditeurs qui restaient figés dans la défense de leur rente sur des supports tangibles comme les CD. Ce retournement fut observé dans quasiment tous les secteurs des industries culturelles [Chantepie et Le Diberder, 2005] qui ont tous vécu un changement d'intermédiaires, avec de nouveaux entrants non issus des milieux de la production (Amazon par rapport aux libraires et aux éditeurs, Netflix par rapport aux majors d'Hollywood, etc.). La bulle Internet de juillet 2000 avait en réalité paralysé et effrayé tous les investisseurs qui choisirent de rester sur la préservation de leurs acquis et furent incapables de prendre la tête d'une mutation pourtant largement entamée.

Le numérique, à l'aide de technologies comme le MP3, les baladeurs, le P2P et les plateformes de téléchargement, détruisait ainsi en quelques années

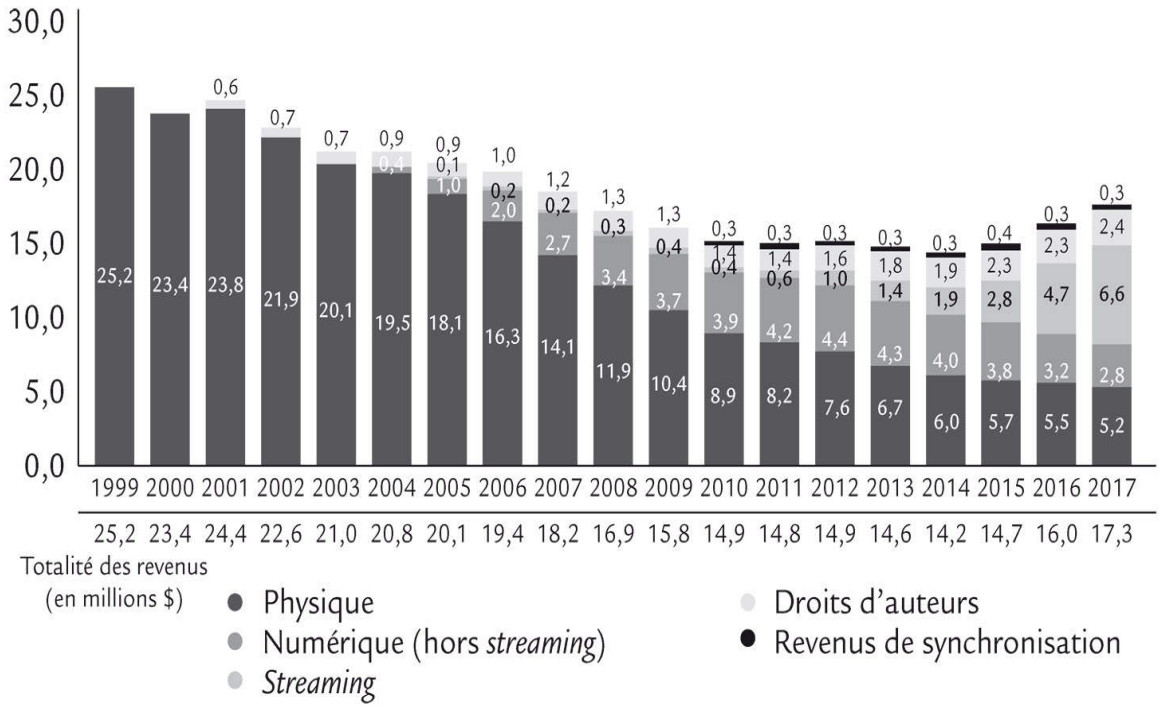
les rentes de compagnies qui avaient pignon sur rue, comme les quatre grands majors qui gouvernaient ce monde en 2004 : Universal Music Group, Sony-BMG, EMI, Warner Music Group. Mieux même, cette mutation déstabilisait tout l'édifice du droit de la propriété intellectuelle et rejoignait ainsi un mode de production de biens immatériels et un régime juridique ouvert (et éventuellement gratuit) comme celui du logiciel libre. La force de cette déstabilisation doit être mise en relation avec l'ampleur de la pénétration de la musique dans tous les environnements les plus quotidiens. La musique a constitué ainsi par excellence une industrie culturelle de masse qui a généré une « sonorisation du monde » [Tournès, 2008] ou encore un phonotope.

Mais tout cela s'était déroulé avant même l'émergence du numérique. Ce qui explique le tremblement de terre du début 2000 car toute une chaîne déjà constituée fut touchée dans tous ses maillons : disques/terminaux de lecture portables/studios d'enregistrement/ingénieurs du son/labels/diffusion mondiale de musiques inédites (jazz/rock/pop)/revues/télé/stars. Aucun de ces maillons ne résista au tsunami de la musique numérique échangée librement sur les réseaux. L'empire de la reproduction [Adorno, 1974 ; Benjamin, 1939 ; Attali, 2001] a désormais pénétré l'activité quotidienne de tous les auditeurs de musique, mais paradoxalement a revalorisé l'expérience « *live* » (les concerts constituent le chiffre d'affaires principal de beaucoup d'artistes) : la proportion récupérée par l'artiste est passée de 7 % des revenus de l'industrie musicale aux États-Unis en 2000 à 12 % en 2017, essentiellement grâce aux concerts [Citigroup, 2018]. Ce phénomène a également favorisé l'émergence d'amateurs producteurs de leurs musiques : les labels indépendants ont fleuri. Alors que le chiffre d'affaires des grands majors chute de 17 % entre 2009 et 2014, la part des revenus des artistes augmente, elle, de 13 % pour la même période [Rapport Digital Music IFPI, 2015].

Pourtant l'histoire n'est jamais terminée, puisqu'au modèle des plateformes de vente en ligne, s'est ajouté désormais celui du *streaming*. La propriété d'un bien immatériel comme la musique enregistrée n'a désormais plus de sens pour les utilisateurs qui ne cherchent même plus à stocker ces morceaux sur leurs appareils dès lors qu'ils peuvent y avoir accès en ligne à tout moment. Spotify puis Deezer ont compris ce principe qui change encore la donne, grâce à la puissance et à la fiabilité des réseaux, notamment mobiles. On peut se demander si la radio n'est pas ainsi réinventée mais avec

une logique d'abonnement pour ceux qui ne veulent pas subir les coupures publicitaires et avec une maîtrise de la programmation déléguée à l'auditeur. Le mot-clé de toute l'économie numérique devient donc l'accès, comme l'avait bien identifié Jeremy Rifkin [2000] : les biens culturels doivent circuler et être accessibles en toutes circonstances et l'infrastructure des réseaux comme le formatage des contenus le permettent désormais. L'industrie musicale sort la tête de l'eau et interrompt la chute de ses revenus continue entre 1999 et 2014. Elle augmente son chiffre d'affaires sur trois années consécutives entre 2015 et 2017, qui passe de 14,2 milliards de dollars pour 2014 à 17,3 pour 2017. Cette augmentation est redevable au *streaming*, qui a vu son revenu passer de près de 1,9 à 6,6 milliards de dollars entre 2014 et 2017, soit une multiplication par presque 3,5. Il est à peu près certain cependant que d'autres évolutions sont à venir, ce qui rend très périlleuse toute tentative d'arbitrage juridique pour stabiliser les statuts de toutes les parties prenantes. C'est le cas notamment du potentiel déstabilisateur de la blockchain [O'D<sc>air</sc> et B<sc>eaven</sc>, 2017]. Ce domaine très conflictuel des industries culturelles numériques est en fait une pointe avancée d'un débat plus général sur le statut juridique de toute « la matière première immatérielle » qui constitue l'économie numérique et notamment le monde des données, le *Big Data*. En 2017, les parts de marché correspondant aux différents supports montraient bien cette nouvelle réalité de l'industrie musicale.

Figure 1.8 Revenus de l'industrie musicale mondiale entre 1999 et 2017



Source : IFPI.

Nous ne pouvons aborder chacune des industries culturelles dans le cadre de ce tableau général ; le livre, la presse ou encore la télévision, le cinéma ou le jeu vidéo mériteraient une approche spécifique. Il est important de préciser à quel point chaque secteur possède des particularités qui rendent impossible toute généralisation. Les débats sur la propriété intellectuelle, sur les droits d'auteur et sur les droits voisins, sont rendus particulièrement peu productifs lorsqu'ils négligent les écarts d'investissements considérables entre un film et un livre, les conditions de production d'un journal et celles d'un jeu vidéo. La similitude du support numérique produit un centrage sur la technique qui rend impossible toute innovation juridique secteur par secteur, alors qu'il semble nécessaire d'abandonner une vision générique du droit d'auteur par exemple, ce que le jeu vidéo met bien en évidence puisque ce sont des studios qui produisent sans référence à un droit des auteurs en tant qu'individus créatifs.

Une histoire à géographie variable : Chine, Europe et Californie

La dynamique chinoise rebat les cartes

Le piège de toute histoire consiste à ignorer d'où elle parle, c'est-à-dire bien souvent d'un espace social dominant, dans notre cas localisé souvent en France certes mais ayant intégré la puissance de l'influence américaine comme cadre supposé partagé d'une histoire supposée universelle. Or, il serait possible de faire une histoire vue du point de vue des Soviétiques, acteurs majeurs de la course à l'armement numérique pendant la guerre froide, qui semble se prolonger désormais dans la force de frappe des équipes de *hackers* russes, désignées comme coupables *a priori* de toutes les attaques sur les réseaux de plus en plus fréquentes et profondes. Mais il serait encore plus utile de faire cette histoire du point de vue chinois. En effet, tant que la Chine se protégeait derrière sont *Great Fire Wall* et gérait son propre registre d'adresses en se coupant de l'ICANN en 2006, cet isolationnisme pouvait parfois être traité sur un mode exotique. Or, les firmes chinoises comme les politiques publiques du gouvernement chinois ont entamé depuis 2010 une offensive tous azimuts pour contester le leadership californien et les modèles culturels qui lui sont associés. Les stratégies mises en place présentent toutes la cohérence et l'efficacité d'un « libéralisme autoritaire » [Chamayou, 2018] que beaucoup d'Occidentaux finissent par envier. Elles touchent les capacités de calcul, les technologies de réseaux (la 5G annoncée notamment mais aussi toutes les infrastructures vendues à crédit gratuit quasiment à de nombreux gouvernements africains par exemple), les applications les plus commerciales de réseaux sociaux qui prennent des positions dans les firmes mondiales ou les concurrencent grâce à la puissance de leurs marchés, les politiques d'exploitation des traces de comportements en masse appuyés par l'intelligence artificielle (modèle du crédit social) ou encore la production concurrentielle de terminaux désormais totalement autonomes vis-à-vis des modèles des firmes californiennes ou coréennes.

La taille d'un marché unique bien discipliné suffit à comprendre l'avantage comparatif des entreprises chinoises : en juin 2018, 802 millions d'utilisateurs d'Internet étaient recensés par le CNNIC, soit un taux de pénétration de 57,7 %. Mais cette population d'utilisateurs d'Internet se connecte d'emblée à Internet *via* son mobile (98 % des internautes) et à une messagerie (93 %). Il n'existe ici pas de « générations techniques » aussi distinctes qu'en Europe ou aux États-Unis car toutes les techniques les plus dynamiques sont adoptées en même temps, ce qui constitue un écosystème beaucoup plus cohérent. Les applications porteuses sont en train de gagner une majorité de la population d'internautes de façon extrêmement rapide : la vidéo en ligne (74 % en 2018), le e-commerce (72 %), les services du gouvernement (60 %), parmi lesquels Alipay et WeChat Service et, depuis 2019, une application de lecture des œuvres de Xi Jinping (*Étudier Xi, rendre le pays plus fort* qui peut tracer son utilisation régulière sous prétexte de gagner des points !) et enfin les services de location de moyens de déplacement (autour de 30 %). Les plateformes de réseaux sociaux gagnent sans cesse des utilisateurs, d'autant plus que Facebook est interdit en Chine, ce qui permet à WeChat d'atteindre le milliard d'utilisateurs en 2018, tandis que QQ, Qzone, Sina Weibo se classent aussi désormais dans les 10 premières firmes de réseaux sociaux en nombre d'utilisateurs actifs [Statista, 2019]. L'extension des services de banque en ligne mérite d'être soulignée [Loubère, 2018]. D'abord parce qu'elles sont directement dépendantes des grands opérateurs du Web, sans effet de nouvel entrant (WeBank est détenue à 30 % par Tencent et MYBank à 30 % par Alibaba). Ensuite, parce que l'architecture *peer-to-peer* est largement utilisée et une plateforme comme Paipaidai rassemble plus de 2 millions d'emprunteurs et de créanciers. Enfin, parce que cela fournit une force de frappe considérable pour certains fonds d'investissement comme Yu'ebao, devenu « le plus grand fonds d'investissement du monde, gérant plus de 165 milliards de dollars américains provenant de plus de 260 millions d'investisseurs » [Loubère, 2018].

Ce qui faisait donc la force des firmes américaines (un large marché intérieur et un couplage étroit avec la finance) est encore amplifié dans le cas chinois et annonce des offensives commerciales sur toutes les firmes mondiales, soutenues par le gouvernement et ses politiques de *soft power* comme les nouvelles routes de la soie, et pour ces mêmes raisons de plus en plus contrôlées voire interdites d'entrée par les gouvernements occidentaux

(cas de Huawei en 2013 sur le marché des câbliers aux États-Unis [Macaire, 2018] et de la 5G en 2019). Les grandes firmes en question ne sont pas seulement celles qui monétisent les services aux particuliers (les BATX, Baidu, moteur de recherche, Alibaba, e-commerce, Tencent, messagerie, enchères, réseau social, Xiaomi, de taille plus modeste cependant, dans les terminaux) grâce à leur marché intérieur. D'autres tout aussi puissantes vendent des infrastructures comme ZTE et Huawei et toutes ces firmes privilégient les pays en développement, moins pointilleux sur les risques de captation de position dominante ou de données sensibles et demandeurs de crédit.

Le RGPD, premier jalon d'une troisième voie ou l'heure des comptes a sonné !

Cette nouvelle donne place l'Europe à un carrefour géostratégique en matière de numérique. Elle fait face d'un côté au Farwest revendiqué par les firmes californiennes qui déstabilisent toute régulation, notamment en matière de données personnelles. Et de l'autre au *Great Fire Wall* offensif de la puissance commerciale et politique de la Chine, où tous les acteurs agissent de concert sans se préoccuper d'autres régulations que celles qui préservent le modèle de contrôle social chinois. L'Europe a pris un chemin tiers, celui d'une régulation ancrée dans des valeurs de libertés individuelles et de capacités d'arbitrage des États face au marché ou aux puissances extérieures. Le RGPD constitue de ce point de vue un jalon clé dans une stratégie alternative. L'enjeu est certes commercial, car les firmes européennes ont souvent du mal à exploiter un marché qui n'est toujours « pas très commun » et peuvent considérer qu'on leur impose des exigences supérieures à leurs concurrents chinois et américains notamment. En réalité, l'Europe est sans doute en train d'inventer un standard de régulation juridique qui séduit aussi les firmes américaines qui anticipent sur l'exigence de confiance de la part des consommateurs et qui sert d'appui à de nombreux pouvoirs publics dans divers pays pour reprendre la main sur ces développements sans contrôle orchestrés par les « firmes barbares » que sont les Uber, les Airbnb ou les Waze. L'euphorie des années start-up et licornes semble ainsi se dissiper progressivement au vu des conséquences sur les conditions de travail et sur les politiques urbaines. La valorisation

boursière de toutes ces firmes n'a pu se faire qu'avec la complicité des États qui ont refusé de réguler au nom du libéralisme dominant et qui se trouvent fort dépourvus quand l'heure des comptes, sociaux et urbains notamment, fut venue. Ce bilan n'est en rien spécifique à l'Europe mais celle-ci avec ses initiatives comme le RGPD ou comme les régulations urbaines des grandes métropoles a une chance d'inventer le modèle d'après pour l'innovation numérique, celui de la responsabilité sociale et environnementale.

Le temps des barbares et le temps de la reprise en main par le public

Cette régulation que le RGPD a réussi à mettre en place s'applique à toutes les plateformes alors même que leurs modèles prévoient de s'en affranchir le plus systématiquement possible. Depuis 2018, on peut même dire que le vent a tourné et que les pouvoirs publics de tous les pays tentent de reprendre la main contre la toute-puissance des plateformes. L'histoire de ces années est en quelque sorte celle d'une grande controverse qu'on pourrait presque assimiler à une gigantesque gueule de bois : toutes les promesses dont se sont enivrés les décideurs qui ont accepté de subir la loi des plateformes se dissipent une par une et la réputation des firmes, qui est la condition de leur valorisation boursière extravagante, est de plus en plus contestée. Cet écart signale quand même bien l'affrontement de deux visions du monde (au moins) : les investisseurs continuent à parier sur la toute-puissance de ces systèmes dont certains sont toujours déficitaires (Uber par exemple) et les décideurs publics en ont assez de se voir humiliés par ces nouvelles féodalités dont il faudrait devenir vassaux, au point de les traiter de « firmes voyous », comme l'ont fait les parlementaires britanniques. Uber puis Facebook ont concentré les feux de la critique et nous y reviendrons plus en détail dans les différents chapitres. Mais il est significatif que l'histoire du numérique, celle qui s'écrit dans la presse tout au moins, soit devenue moins celle des promesses techniques que celles des scandales, sociaux (les chauffeurs d'Uber, les dérives urbaines d'Airbnb), politiques (les effets des tweets de Trump, le trafic de données par Facebook pour son élection avec Cambridge Analytica), économiques (les évasions fiscales dites optimisations de Google, Apple ou le chantage à

l’emploi de Amazon) ou sociétaux (les effets attentionnels collectifs des « addictions » à la connexion provoqués par le design des applications).

Nous avons indiqué à quel point la technologie numérique qui domine n’est qu’une version possible des choix techniques et qu’elle ne s’explique que par son couplage avec le capitalisme financier et l’offensive libérale généralisée. Tous ces scandales régulièrement à la une de la presse devraient nous inciter à penser d’autres numériques possibles et à voir toutes les alternatives qui se sont développées.

Conclusion

Cette histoire, longue mais finalement assez résumée, tant les innovations sont incessantes dans le numérique, a permis de fixer quelques principes techniques, d'en montrer la portée sociologique, car chaque assemblage permet de faire tenir un modèle de société, un réseau d'acteurs, il est une sociation [Latour, 2006]. Le sociologue ne peut échapper à l'exploration de tous ces débats qui ne sont plus l'apanage des ingénieurs car la diffusion du numérique dans tous les aspects de la vie quotidienne rend permanente la référence à ces choix techniques, certes du point de vue de l'utilisateur souvent mais avec une forme d'alphabétisation numérique qui ne peut être ignorée.

Une fois armé de cette compréhension plus fine des propriétés techniques du numérique, il est plus aisé de s'orienter dans les autres débats plus classiques des sciences humaines et sociales mais le regard historique donne ce recul qui manque très souvent à tous les prophètes de la révolution numérique qui oublient bien vite les échecs, les reprises, les transpositions d'un monde à l'autre et la longue durée dans un monde où le court terme financier et technologique semble faire la loi. Entrer dans les débats économiques, politiques, cognitifs liés au numérique devient alors possible et c'est ce que nous invitons le lecteur à faire, tout équipé de ce bagage historique et technologique indispensable.

1. Définition de l'instrument donnée par les auteurs page 17 : « dispositif à la fois technique et social qui organise des rapports sociaux spécifiques entre la puissance publique et ses destinataires en fonction des représentations et des significations dont il est porteur. »

2. Définition Wikipédia : « Le code QR est un type de code-barres en deux dimensions (ou code matriciel) constitué de modules noirs disposés dans un carré à fond blanc. L'agencement de ces points définit l'information que contient le code. […] QR (abréviation de *Quick Response*) signifie que le contenu du code peut être décodé rapidement après avoir été lu par un lecteur de code-barres, un téléphone mobile, un smartphone ou encore une Webcam. Son avantage est de pouvoir stocker plus d'informations qu'un code-barres, et surtout des données directement reconnues par des applications, permettant ainsi de déclencher facilement des actions. […] »

3. https://www.slideshare.net/DataReportal/digital-2018-q4-global-digital-statshot-october-2018-v2

4. https://github.com/search?q=tensorflow

5. Aujourd'hui, elle contient plus de 20 000 catégories d'objets avec en moyenne 1 000 images par catégorie, soit plus de 14 millions.

6. La dernière compétition organisée par ImageNet a eu lieu pendant l'été 2017 et est désormais organisée par Kaggle.

Chapitre 2

Sociologie des usages

Nombre de disciplines et de concepts, à un titre ou à un autre, pourraient être rassemblés sous cette approche des usages, vue sous l'angle politique, économique ou cognitif par exemple. En effet, les approches des usages auxquelles nous avons largement contribué et qui sont très bien résumées chez Josiane Jouët [2000] et Philippe Breton et Serge Proulx [2002] ne sont pas parvenues à constituer un corps de concepts qui leur soit propre alors qu'elles ont multiplié les études fort documentées. Au début des années 1980, les usages constituaient une façon d'approcher les questions techniques de façon indirecte, et par là même de forcer le retour des techniques dans la sociologie, qui les négligeait totalement. L'ethnographie avait toujours considéré cette entrée comme essentielle dans son étude des sociétés exotiques, dont elle ne connaît parfois pas même la langue à l'arrivée, ce qui peut expliquer son intérêt pour ces descriptions techniques. Mais la sociologie a dû attendre l'apport des courants STS et notamment de la théorie de l'acteur-réseau de Bruno Latour et Michel Callon [Akrich, Callon et Latour, 2006] pour enfin prendre au sérieux ce « mode d'existence », la technique. Les recherches en sociologie du travail devaient cependant aborder cette question notamment avec le mouvement d'informatisation qui se développait dans les années 1970.

Comme nous le verrons, en analysant les organisations et le numérique, les travaux de Philippe Bernoux [1985] seront appuyés sur des cas de systèmes d'information notamment qui mobilisaient les concepts de Michel Crozier et Erhard Friedberg [1977] mais qui portaient avant tout sur la gestion du changement. Seules les approches critiques, notamment du nouveau taylorisme, ou les observations du travail des perforatrices par exemple ou des machines à commande numérique (un numéro de « sociologie du travail » en 1984) ou des automates [Scardigli, 2001] semblaient prendre en considération ce que l'informatique faisait en propre

au processus de travail. L'ergonomie de son côté prenait aussi place dans l'étude de ces conditions de travail et d'ajustements homme-machine.

Dès lors, les recherches sur les usages qui ont émergé dans les années 1980 en France et ailleurs, dépendaient largement des financements des opérateurs historiques de télécoms qui se lançaient dans de nouveaux services (la télématique en France) ou qui devaient subir la dérégulation (AT&T aux États-Unis ou Bell Labs). Leur vocation d'études opérationnelles aurait dû être alors leur marque de fabrique et accompagner ainsi un marketing qui commençait seulement à émerger (la vente du poste téléphonique du foyer par des firmes privées n'a été autorisée qu'en 1987 en France). Et pourtant, tout un courant s'est ainsi créé qui a abordé toutes les mutations du Minitel (service d'information puis messagerie rose et professionnelle), ainsi que la diffusion de la micro-informatique puis de services téléphoniques divers parfois à vie brève (comme au début des années 1990 : le Bi-bop, qui s'en souvient ?). Le risque de ces études réside dans la difficile poursuite d'un cap scientifique lorsque l'innovation commence à s'accélérer et qu'il faut suivre chaque nouveau service ou dispositif comme s'il allait révolutionner les pratiques. Ce risque s'est amplifié depuis, et si les étudiants trouvent ainsi de nouveaux sujets de mémoire à moindres frais (tous les réseaux sociaux et toutes les applications mobiles peuvent en effet être traités !), l'absence de cadre théorique rend parfois cette accumulation très peu productive.

Pour éviter d'être absorbés par cette course à l'innovation, dont certaines sont de simples annonces pour investisseurs, les recherches ont à l'inverse adopté souvent des postures très générales, effectuant des montées en généralité d'ordre quasi philosophiques, d'un intérêt certain mais qui pouvaient difficilement être argumentées à partir des cas étudiés. Ainsi toutes les recherches se devaient de se démarquer du déterminisme technologique, car faire de la sociologie c'était attribuer tout le pouvoir à « la société », pourrait-on dire. Au nom de ce sociocentrisme, les travaux des sociologues de l'innovation qui ont commencé au début des années 1980 à suivre ces techniques avec attention et en entrant dans les « imbroglios socio-techniques », comme les appelait Latour [1991], furent catalogués dans le camp du « déterminisme technologique ». Le souci de tout rapporter aux stratégies des grands groupes, aux politiques publiques et à ces déterminants socio-économiques écrasait ainsi les technologies mais aussi du même coup les usages et leur diversité (qui était de toute façon

rapportée aux causes sociales structurelles). L'approche critique du type des « industries culturelles » et de la société de l'information [Miège, 2000] a souvent focalisé son approche sur les discours, car l'abondance des matériaux et la répétition des mêmes promesses stéréotypées à chaque innovation mobilisent aisément la critique (de la « société de l'information » à celle du « partage », par exemple) [Audétat, 2015]. Les travaux de Pierre Mœglin [2010] sur les industries éducatives constituent cependant un repère particulièrement utile pour comprendre à la fois les politiques publiques, les mutations des savoirs et les usages mis en œuvre par les enseignants pour garder la main dans un tel contexte.

Pour se démarquer de cette approche par la domination tout en reconnaissant son pouvoir de cadrage, les travaux de terrain sur les usages ont marqué et marquent toujours un faible pour les détournements, pour les alternatives, pour les pratiques marginales mais témoins ou annonciatrices de résistance voire de nouvelles utopies. Les messageries roses elles-mêmes furent parfois traitées de cette façon mais toute initiative nouvelle de l'économie collaborative ou des mouvements du logiciel libre se voit convoquée pour incarner un avenir radieux, sans doute perdu dans la vie politique. Les études d'usages sont ainsi en permanence mêlées à ces préoccupations politiques et normatives et orientent l'attention des chercheurs sur des mouvements sociaux nobles et porteurs de changements, alors que l'observation de la consultation massive du porno en ligne [Trachman, 2013] ou du *couponing* [Kessous, 2012] ne paraît guère annonciatrice d'alternatives. Les concepts des « arts de faire » de Michel de Certeau [1980] ont servi et servent encore de référence dans le monde francophone, quand bien même chez l'auteur, l'accent n'était pas tant mis sur les résistances à la domination (certes reconnue cependant) que sur la créativité des pratiques. Même si, produits à une époque précédente, ses travaux n'ont quasiment pas traité les questions des nouveaux dispositifs de communication et encore moins du numérique, « l'ordinaire de la communication » [de Certeau et Giard, 1983] a pourtant constitué un cadrage très productif pour étudier les cultures populaires de communication, dans une veine assez proche des « *Cultural Studies* » [Glévarec *et al.*, 2008]. Ses approches ouvertes ainsi que la plasticité du numérique observée depuis ont conduit à abandonner quelque peu les références aux détournements ou à des résistances. On trouvera une reformulation de la question des usages en termes plus traditionnels de la sociologie (ce qu'Internet fait à la capacité

d’action des individus, aux relations sociales, à la société pour elle-même) dans l’ouvrage de Beuscart, Dagiral et Parasie [2016].

En effet, toute la puissance contagieuse du numérique semble paradoxalement résider dans sa versatilité, sa capacité à équiper tout et son contraire, à rester à l’état de version bêta qui attend et sollicite même les contributions et les modifications de la part des utilisateurs. Utilisateurs dont l’asymétrie avec les producteurs n’est plus aussi évidente car bon nombre d’entre eux sont aussi producteurs, c’est-à-dire développeurs, ou tout au moins publiants ou inventeurs de services.

Usages et conception : penser le couplage homme-machine

Or, toutes les approches des années 1980-1990 notamment, ont reposé sur la nécessité d'une prise en compte des usagers dans le processus de conception en reliant des observations variées à une sociologie de l'innovation qui prenait son élan en France pour influencer toute l'étude des techniques. L'approche fondatrice de Jacques Perriault [1989] mérite cependant d'être mentionnée car, grâce à sa richesse historique et à son souci de traiter le processus de l'usage, elle a pu éviter une logique de conseil en conception qui a paru parfois s'imposer dans la recherche pendant ces années. Son histoire des ancêtres du cinéma [Perriault, 1982] de même que son rappel de « l'effet diligence » dans l'orientation des innovations (le train duplique les formats des diligences et les automobiles ceux de la voiture à cheval) sont directement utiles pour comprendre les évolutions actuelles du numérique dans sa frénésie innovatrice qui oublie si souvent l'histoire. Plusieurs travaux ont ainsi traité l'usage comme une inscription [Akrich, 1987] dans un processus de conception qui produit ainsi un usager-modèle, comme le lecteur-modèle de Eco, en même temps que le produit.

Cette orientation vers le performatif s'est révélée féconde non seulement pour la recherche mais pour les développeurs et innovateurs eux-mêmes qui ont pris l'habitude de mettre l'usager ou ses avatars dans la boucle de plus en plus tôt. Les méthodes de tests dans la conception centrée utilisateur [Boullier, 2002] ont ainsi puisé dans des travaux de psychologie et d'ergonomie devenus fameux comme ceux de Donald A. Norman [1988, 1998, 1999]. À partir de ses travaux empiriques sur les usages du numérique, Philippe Mallein a développé une méthode (CAUTIC) centrée sur les significations d'usage [Mallein et Tarrozzi, 2002] qui permet aux concepteurs de retravailler leur design en incorporant les pratiques et les représentations des usagers. Même si la tendance actuelle est à des méthodes de « développement agile » qui lancent sur le réseau les applications pour qu'elles soient testées en environnement naturel, toute cette étape assez brève aura favorisé des rapprochements entre disciplines à

propos des interfaces homme-machine, des dimensions cognitives des usages notamment. Des équipements académiques comme des « laboratoires des usages » furent lancés en France et dans le monde dans les années 2000 et ont permis de créer des ponts entre sciences humaines et sociales et informatique, en lien direct avec les demandes des entreprises. Les approches de la cognition située [Suchman, 1987] puis distribuée [Hutchins, 1995], sur lesquelles nous reviendrons, ont joué des rôles de passerelle importants car dans les deux cas, tout en étant capables d'observations très fines dignes de celles que réalisent des ergonomes, l'objectif restait bien la compréhension d'un processus organisationnel et collectif de couplage humain-machine (avec un photocopieur ou avec un cockpit dans l'un et l'autre cas). La sociologie cognitive a pu ainsi prendre en compte plus directement les artefacts et ne plus se contenter de traiter les connaissances en termes quasi logiques ou formels.

Cependant, cette prise en compte de l'utilisateur ne fut pas seulement opérationnelle. Elle indiquait bien que l'approche comportementale devenait un élément-clé pour penser les relations des humains et des machines. Shoshana Zuboff [2019] fait d'ailleurs du basculement de la notion de *consumer* vers celle de *user* (à la fois utilisateur et usager en français) la clé du tournant vers le « capitalisme de surveillance ». L'analyse comportementale des traces permit en effet, chez Apple comme chez Google, de nouer des interactions nouvelles, apparemment non marchandes, mais en fait contributrices à la « plus-value comportementale », élément clé de toute cette économie. D'autres ont depuis alimenté cette critique du « biais comportementaliste » [Bergeron *et al.*, 2018] d'un point de vue plus théorique, en ciblant notamment les « *nudges* », tous ces éléments de design qui nous font agir sans le vouloir. C'est dire si les orientations de recherche elles-mêmes peuvent se retrouver prises dans des tendances plus lourdes qui les dépassent, avant qu'un retour critique soit possible. Ainsi, les méthodes de tests, à la fois académiques et opérationnelles, en ont subi les effets puisque désormais les tests en laboratoire (longs, coûteux et à échantillons très restreints) se trouvent systématiquement remplacés par des tests en ligne sur des masses d'utilisateurs sous forme de test A/B par exemple. La théorie n'est plus nécessaire, même la plus comportementaliste, puisque la science des données permet de valider des choix binaires mis en ligne pour des millions d'utilisateurs dont on peut comparer les traces de comportements d'une granularité très fine. Si 80 % des 10 millions

d'utilisateurs choisissent le bouton bleu plutôt que le bouton vert, il n'est guère besoin de s'embarrasser de sciences sociales ou cognitives pour décider du design de l'interface. En cas de problèmes d'une échelle de complexité supérieure, le *Machine Learning* se chargera de trouver des « *patterns* de comportements » dont les probabilités suffiront à valider les choix, sans avoir à en justifier les motivations. Trop peu de travaux ont encore rendu compte de ces nouvelles méthodes de tests qui pourraient prendre le relais des analyses d'études d'usage des années 2000 [Boullier, 2002]. Toute l'analyse des interactions (homme-machine) et de l'activité s'est trouvée dans le même temps renommée « *user experience* », ce qui permet en principe d'adopter plus nettement le point de vue utilisateur mais qui autorise en fait à inclure tous les paramètres de la relation client sans la dénommer ainsi (l'ergonomie n'est plus séparée du modèle économique). Un designer peut ainsi améliorer l'expérience utilisateur en visant à maintenir le client le plus longtemps possible sur la plateforme (l'un des objectifs les plus courants) sans que cela apparaisse pour ce que c'est : une captation de l'attention d'un client qui n'a rien demandé. Les travaux de Nicolas Nova [2018] constituent cependant l'une des exceptions dans cet univers où le design de solutions annihile la réflexivité sur les conséquences de ses actes. Sa triple culture anthropologique, sémiotique et de designer lui permet de penser la construction de la relation au smartphone comme un design de la persuasion (comment peut-on tenir en laisse et être « tenu en laisse » par son portable), de la prothèse, du miroir, de la baguette magique, du cocon (la bulle) ou de la coquille vide.

Approches pragmatiques et ethnométhodologiques

Toute une tradition s'est constituée sans subir apparemment cette influence des plateformes. La pragmatique et notamment celle développée par Thévenot [2006] et Conein [Thévenot, Conein et Dodier, 1993] a joué un grand rôle pour solidifier les principes mêmes de ces situations d'usage, pour éviter de les réduire à une somme d'étude de cas. Si ces auteurs pouvaient partir de la réalisation d'une recette de cuisine (Conein) ou du couplage avec un bureau (Thévenot), d'autres travaux dans la même lignée comme ceux de Christian Licoppe [Licoppe et Relieu, 2002] ont mobilisé directement les mêmes concepts à propos de dispositifs numériques. L'approche sociologique de ces situations d'activité équipée par le numérique peut ainsi

être analysée dans les termes de Laurent Thévenot. Il a proposé de compléter le régime de la justification en public qu'il avait fondé avec Luc Boltanski dans les économies de la grandeur et que celui-ci a continué avec Eve Chiappello [1999]. Ces deux auteurs proposent une nouvelle cité, la « cité par projets » qui rend compte très précisément de la place du numérique dans ce monde en réseaux où la seule vertu d'être connectés nous fait grand. Thévenot [2006], lui, a dressé un tableau du régime de « l'action en plan » qui pouvait être aisément accepté par tous les managers, les modernes et les économistes qui ont toujours voulu voir le monde à travers cette unique rationalité : le numérique est en effet encore souvent associé à la promotion de ce régime du plan, qui valorise l'efficacité de la procédure pour atteindre un but. Mais Thévenot a su lui donner une place parmi d'autres régimes pragmatiques, le régime de justification en public, où le plan ne fonctionne pas puisqu'il faut délibérer, et le régime du proche ou de la familiarité, qui rend compte de ces ajustements rarement explicites qui engagent le corps et sa proxémie. Nicolas Auray, trop tôt disparu, a fourni cependant un programme de recherche sur un autre régime, celui de l'exploration qu'il considérait à juste titre comme particulièrement amplifié par le numérique. Son exploration des jeux vidéo, des offres légales illimitées comme des communautés du logiciel libre lui a permis de documenter cette activité d'exploration en pointant quatre risques [Auray, 2016] : la Désorientation, l'Insécurité sociale, la Manipulabilité mutuelle, l'Excitabilité (ou compulsion addictive). Cette « DIME » est le prix à payer pour cette « vigilance » dans un monde sans cesse à réapprendre, elle constitue sans doute un bon résumé des enjeux contemporains de nos existences numérisées.

Loin de toute expérience de la planification en effet, toute l'histoire des usages du numérique repose sur des blocages, des ratages ou des délais dans le couplage homme-machine, qui constitue une sorte de clinique sociologique, de cimetière des innovations géniales et de premier maillon de la fracture numérique. Cette histoire repose aussi à l'inverse sur les succès voire même les miracles de couplages dits après coup « intuitifs » mais qui ont demandé à la fois un long travail de développement et souvent plus de travail d'ajustement qu'on ne le dit. On comprend ainsi l'émerveillement de Michel Serres pour les performances des jeunes générations avec leurs pouces sur leurs téléphones portables, point de départ d'un ouvrage fort diffusé [Serres, 2012]. La fascination des chercheurs eux-

mêmes pour le design et les interfaces développés par Apple avec le Mac en 1984, l'iPod en 2001 et avec l'iPhone en 2007 repose sur la conscience de la rareté de ces couplages réussis, qui ont trouvé un écho prodigieux dans le public, dans son consentement à payer inédit, dans la fortune de l'entreprise et dans l'effet de repère joué par la marque désormais. La pragmatique rend compte de ces ajustements réussis qui permettent de créer des habitudes, des familiarités, où la médiation technique se fait quasiment oublier : le « régime du proche » gouverne les ajustements et peut se manifester pour tout usage d'une application quelconque. Christian Licoppe a longuement étudié plusieurs de ces situations de travail des usages, de la vidéo au tribunal [Licoppe et Dumoulin, 2008] aux situations de multiactivité [Licoppe, 2008].

Ce dernier cas est particulièrement révélateur du fait qu'en dépit de situations à charge cognitive élevée (multiples sollicitations, canaux variés ouverts simultanément sur un même écran) et en dépit de conceptions ergonomiques d'applications souvent non pensées pour une multiactivité, les utilisateurs parviennent à développer un savoir-faire pour piloter en parallèle plusieurs fils d'interaction. Cette expertise souvent insue ou non explicite relève bien du régime du proche ou de la familiarité mais est souvent disqualifiée comme dispersion cognitive notamment du point de vue des apprentissages, de l'activité des étudiants, etc. Or, ces travaux permettent de mieux comprendre notre capacité humaine d'adaptation, de couplage avec des dispositifs parfois mal conçus, comme on le voit encore avec le clavier Qwerty/Azerty qui depuis 1870 s'est maintenu, malgré ses défauts très bien documentés, rappel qui limite malgré tout l'aspect table rase de la révolution numérique [Flichy, 1998].

Ces analyses de notre couplage avec les terminaux et les applications numériques restent en toile de fond des débats sur les changements qui affectent l'humanité et ses frontières avec les machines, que nous examinerons en conclusion. Cependant, ces travaux ont le mérite de rester fondés sur des observations empiriques, souvent prolongées en situation et combinant des expertises ergonomiques, en design ou en sciences cognitives. La sociologie pragmatique ne peut se faire qu'à ce prix lorsqu'elle veut rendre compte de processus aussi fins. Elle peut aussi adopter le paradigme de l'ethnométhodologie comme nous y avaient invité très tôt Michel de Fornel [1988] puis Louis Quéré [Pharo et Quéré, 1990] ou encore Marc Relieu [Relieu, 2014] à propos des conversations au téléphone puis en ligne en général.

La seule qualité des artefacts ne peut en effet rendre compte des capacités à ajuster les paramètres de la communication dans des environnements où de nombreux indices non verbaux manquent. Les « méthodes » pour « maintenir le sens de la structure sociale » [Schutz, 1962] restent plus que jamais nécessaires dans des environnements de plus en plus incertains : les plateformes contribuent à produire les « prises » [Bessy et Chateauraynaud, 1995] qui permettent ces ajustements mais les membres des réseaux sociaux apprennent à faire sens de tous les indices au point d'inventer des écritures et des terminologies nouvelles, comme ce fut le cas avec les SMS. On peut ainsi voir que l'ajustement ou le couplage ne sont pas donnés, évidents, *taken-for-granted*, mais doivent faire l'objet d'un travail de maintenance permanent pour produire cet effet de naturalité malgré l'instabilité de l'environnement où les innovations se succèdent à vitesse accélérée. Le couplage est aussi conflictuel avec un programme installé qui peut faire emprise alors qu'il devrait se contenter de donner prise [Boullier, 2006]. De ce point de vue, l'extension des interfaces vocales, notamment à travers les assistants sur le téléphone portable ou avec des enceintes connectées, provoque des couplages inédits qui avaient en partie été étudiés pour les services d'après-vente en ligne [Velkovska et Beaudouin, 2014].

Dans cette même veine de la pragmatique de l'ajustement homme-machine, nous avons proposé de reprendre les traditions anthropologiques de l'habiter [Heidegger, 1958 ; Radkowski, 2002 ; Segaud, 2010], pour comprendre la façon dont deux tiers de l'humanité (depuis 2012) est couplée avec le même dispositif technique, le téléphone portable, qu'il soit smarphone ou non. La portabilité et la difficulté à supporter d'être détaché de cette connexion permanente constituent la clé de la mise sous tension de toute une société (et cela dans tous les pays du monde) qui est en alerte [Boullier, 2002, 2011], qui vibre à cause des notifications de sms, de réseaux sociaux ou de médias [Licoppe, 2009]. Nous sommes tellement bien couplés physiquement à ce dispositif qu'il faut considérer que nous en avons fait une nouvelle peau ou plus exactement que nous habitons dans notre écosystème de données personnelles (« *personal data ecosystem* »), ce qui devient une « habitèle » [Boullier, 1999, 2014, 2017]. Nous sommes ainsi transformés bien plus que nous transformons cet environnement, tant les plateformes sont devenues désormais puissantes pour proposer toutes les « affordances » ou « prises » qui leur conviennent pour exploiter nos traces personnelles. Nous logeons chez les plateformes et applications que nous

utilisons, plus que nous les habitons et la succession des scandales qui ont troublé l'ascension fulgurante des cours boursiers de firmes comme Google, Apple ou Facebook montrent bien que cette situation devient de plus en plus insupportable et risquée en termes de réputation, la seule chose qui compte pour ces firmes. L'obsolescence programmée chez Apple, les fuites de données et même de mots de passe chez Facebook, les personnalisations abusives de Google exploitant toutes les traces qu'il collecte dans son écosystème ont marqué les années récentes, à un moment où la mise en place du RGPD en Europe obligeait à une explicitation d'une politique de *privacy* plus responsable.

Après avoir étudié cette connexion permanente comme un mouvement social en 2003, Francis Jauréguiberry [2014] a conduit des travaux pour montrer comment la demande de déconnexion devient vitale pour les populations les plus soumises à ce stress. Récupérer la maîtrise de ce potentiel de connexion devient ainsi un souci individuel marqué dans des pratiques de déconnexion volontaire. Mais la question vaut aussi bien pour les collectifs car le stress en question accompagne la mise en place d'infrastructures dont l'usage se propage par contagion mais qui n'ont jamais été décidées en tant que telles dans aucune instance politique. Désormais, le thème de la déconnexion fait partie des marronniers de la presse, en particulier avec les « jours sans », mais aussi avec toutes les analyses psychopathologiques qui mobilisent le concept d'addiction (dans le cas des jeux vidéo, l'OMS reconnaît désormais un *gaming disorder*) [Stora, 2019]. Les applications d'autocontrôle sont devenues un vrai marché dans la lignée du *Quantified Self* (QS), où l'on mesure en permanence tous les paramètres de son activité et de sa santé [pour une revue complète de l'histoire et des domaines du QS et des enjeux d'hybridation, voir Lupton, 2016]. Des mouvements plus politiques et culturels se sont engagés vers des politiques de design responsable, de ralentissement des exigences des réseaux, etc.

Les styles d'usage

Cependant, les études d'usage ont plus souvent cherché à rendre compte de l'appropriation collective des technologies selon les cultures d'appartenance et dans des situations précises. On trouvera notamment une collection remarquable d'études de cas d'usage « ordinaire » d'Internet (tricot,

rencontres, sorties, jeux en ligne…) dans l'ouvrage de Martin et Dagiral [2016]. La plupart des axes permanents de questionnement de la sociologie peuvent ainsi être transposés dans les terrains offerts par le numérique. La sociologie de la famille traite les relations de couple [Martin et de Singly, 2002] dans les usages du portable pour montrer son rôle dans le compromis entre individualisme et maintien du lien, ou les relations entre parents et enfants dans le rapport à l'ordinateur [Le Douarin, 2007]. Les questionnements et catégories d'une sociologie spécialisée sont appliqués à cette situation numérique particulière : il devient très lors difficile de voir ce que le numérique fait en propre, en quoi il modifie des règles et des enjeux relationnels déjà bien établis. Le genre a été traité de la même façon [Pasquier, 2010, ou Gardey, 2003, pour un bilan des approches de genre sur Internet avant le Web 2.0, ou encore Dagnaud, 2018], les générations beaucoup plus souvent encore [Dagnaud, 2011 ; Bastard, 2018], ainsi que les goûts culturels (notamment les communautés autour de la musique). Dans ces approches par les goûts, il apparaît que certaines de ces activités de fans n'auraient quasiment pas existé sans le numérique, comme c'est le cas pour les sites communautaires de mangas, d'anims, qui comportent même une activité de production qui duplique ou prolonge les univers des auteurs (comme les fanfictions).

C'est ainsi que le glissement peut se faire depuis des styles de consommation culturelle vers des activités productives et contributives qui changent les asymétries précédentes dans chaque domaine et de ce fait constitue une action propre du numérique. Pour les réseaux centrés sur la musique, les fans sont aussi des musiciens qui peuvent rendre publics leurs créations amateurs, qui peuvent servir même de vivier pour les labels selon cette division du travail mise en évidence par Gensollen où l'exploration et la prise de risques sont déléguées par les majors aux franges de l'oligopole, toujours plus près des amateurs ordinaires. L'étude des communautés n'est donc pas seulement une étude socio-démographique classique car tout peut être prétexte à générer des contributions et des échanges, comme le montre Patrice Flichy dans *Le sacre de l'amateur* [2010]. Des communautés plus spécifiques et plus improbables ont même pu se constituer uniquement grâce à la connectivité offerte par les réseaux numériques. C'est le cas des communautés de patients affectés de maladies rares étudiées par Madeleine Akrich et Cécile Méadel [2009], au sein desquelles des expertises nouvelles

émergent de la mise en relation et peuvent déboucher sur une participation d'un genre très nouveau à l'élaboration des protocoles thérapeutiques.

Le jeu vidéo constitue aussi un domaine de passions qui engendre une sociabilité soit indirecte (les fans d'un jeu, d'une licence, d'une console, etc.), soit directe (le jeu est nativement en ligne et multijoueurs). Les observations des pratiques de ces communautés en ligne organisées en guildes permettent de rendre compte de la créativité de ces joueurs, car le jeu repose sur leur seule activité, souvent très prenante, sur des apprentissages réalisés pendant une vie de joueur, soit dans des domaines d'expertise spécialisés (armes, constructions, etc.) soit dans la coopération en équipe, avec des différenciations de rôles qui font de ces plateformes de véritables mondes en miniature pour les sciences sociales. De même, l'activité des univers virtuels, qui survivent aux modes et aux désillusions, provoque une nouvelle sociabilité, porteuse d'expériences sur les identités, *via* les avatars [Boellstorff, 2010] ou sur les espaces à produire et à habiter [Lucas, 2013]. Dès lors que ces études délaissent les questionnements quelque peu stéréotypés sur l'addiction et les risques de ces mondes, ces univers font figure de laboratoire d'observations remarquables pour les sciences sociales. C'est le cas pour toutes les plateformes, au-delà des jeux vidéo et des mondes virtuels, pour chaque réseau social, pour chaque application même, qui peut faire l'objet d'une étude spécifique.

On peut ainsi citer les travaux sur Flickr [Beuscart *et al.*, 2009]. Sur YouTube, phénomène majeur de la culture numérique contemporaine, les méthodes ethnographiques de Michaël Wesch [2009] à orientation très interactionniste, permettent de comprendre comment la présentation de soi [Goffman, 1973] peut être revisitée par la présence de la caméra et du réseau pour produire un travail de réflexivité bien plus important que dans les rencontres face-à-face. Sans cette relation avec un questionnement expérimental ou sociologique plus général, le risque est grand d'accumuler les observations sans grand apprentissage à propos des applications vouées à la disparition.

Les nouveaux collectifs de travail

Il faut noter aussi que les facilités d'accès aux terrains d'observation encouragent le choix de tels thèmes, sans compter leur visibilité médiatique. Cela explique sans doute qu'il était jusqu'à récemment plus rare de trouver

des travaux sur les collectifs de travail. La mutation économique qui émerge ainsi est cependant devenue structurelle et sera traitée dans notre chapitre 4. Chacune des applications utilisées désormais dans l'environnement professionnel peut générer des formes communautaires d'expertise partagée dans la lignée des communautés de pratique d'Étienne Wenger [2002] qui renouvellent singulièrement l'étude des espaces et des collectifs de travail traditionnels puisque ces communautés débordent en ligne les frontières des entreprises. Ce qui peut conduire à cette infiltration des organisations par cette culture numérique où la sociabilité fondée sur les valeurs d'ouverture, d'accès libre, d'échange et de coopération est un acquis de l'histoire qui perdure.

Le domaine du logiciel libre peut constituer un pont intéressant et questionnant entre les modèles organisationnels de production classiques et les formes communautaires mises en valeur dans le grand public, comme l'ont montré les travaux de Nicolas Auray [2004] sur Debian, cette communauté de développeurs qui produit depuis 1993 une distribution (ou version) de Linux, le système d'exploitation créé autour de Linus Torvald. Un « contrat social », une « constitution » et un leader élu tous les ans définissent certes les principes de coopération mais des clusters spécialisés se créent qui s'appuient sur des relations de sociabilité étendue et non limitée à l'activité opératoire. De même, Dominique Cardon et Julien Levrel [2009] ont étudié les ressorts des contributions sur Wikipédia pour montrer la sophistication des règles mais aussi des mécanismes d'intéressement au contrôle collectif qui permet d'atteindre le niveau de qualité de l'encyclopédie. Broca [2013] montre bien la reprise des principes libristes dédiés aux programmeurs par de nouveaux acteurs dans tous les domaines autour d'une vision plus large des communs et d'un activisme contre la propriété intellectuelle.

Plus largement, le principe même de la contribution, minimale parfois telle qu'elle est pratiquée sur Wikipédia (une correction orthographique, une référence, etc.), change la puissance d'action de toutes ces plateformes collaboratives qui valorisent ce qui est considéré par Yann Moulier-Boutang [2010] comme la « pollinisation », cette action infime de circulation de valeur qui génère des biens communs d'un autre rang. Hervé Le Crosnier [2015] a fait la généalogie de ces communs, en partant des plus matériels pour élaborer les bases d'une approche ouverte et coopérative des connaissances. Les approches de « la sagesse des foules » font aussi partie

de ces modèles contributifs et sont parfois mal comprises. En effet, dans l'ouvrage original de James Surowiecki [2004], il n'est pas question de valoriser le nombre pour lui-même ni le phénomène de la foule entendue au sens d'un Le Bon. C'est avant tout la diversité des avis, leur hétérogénéité, à distance, qui donne une chance inédite de trouver une approximation plus juste pour répondre à une question d'évaluation subjective pouvant donner lieu à mesure objective (selon un standard).

Howard Rheingold [2002] avait fait auparavant un usage extensif du concept de façon quelque peu volontariste avec son livre *Smart Mobs*. Il insista surtout sur le caractère distribué de certaines architectures comme le *peer-to-peer* et sur leur potentiel social (wifi, mobile) débouchant sur des coopérations étendues. Le principe des foules intelligentes repose en effet sur la puissance des architectures distribuées comme l'a montré Francesca Musiani [2013]. Elle insiste en même temps sur l'art du compromis qui caractérise ces communautés de développeurs qui veulent avant tout que leur dispositif fonctionne. Un moteur de recherche distribué, un espace de stockage en ligne distribué, un service *peer-to-peer* sont les exemples qu'elle suit avec une méthode ethnographique qui s'attache à décrire tous les choix d'architecture technique.

Mais parfois, la vertu coopérative des foules intelligentes se réduit à une contribution élémentaire dans une division de travail de masse et à distance. Un dispositif comme *Mechanical Turk* de Amazon rémunère tout participant à une tâche simplissime (classer des photos selon deux critères) et permet à la recherche elle-même d'exploiter ces expertises ordinaires pour traiter des corpus trop importants de données, de la même façon que la NASA l'avait fait pour son projet « *Clickworkers* » (qui a débuté fin 2000) pour mesurer la taille des cratères de Mars à partir des photos. Les milliers de participants parvenaient collectivement à une approximation plus juste que les machines. Simple division du travail, voire travail gratuit (nos clics sur un moteur de recherche qui relèvent du *digital labor* [Casilli, 2019], voir chapitre 4) ou effet cognitif du traitement de masse de l'incertitude ou encore vertus coopératives portées par une vision politique et économique alternative : voilà au moins trois façons d'envisager l'amplification de cette distribution des tâches et des contributions permise par le numérique en réseaux.

De fait, cependant, ce principe des microcontributions a désormais été étendu à tous les domaines, notamment pour les levées de fonds comme ces

journalistes qui font appel aux dons pour financer une enquête à venir (ex. : *Pro Publica*) ou encore dans l'activité de production de Bitcoins (qui a cependant dérivé dans des opérations d'investissement dans des machines pour faire des calculs en masse qui génèrent des revenus en bitcoins). Cette vision productive et technique des contributions est cependant moins souvent étudiée que la pratique culturelle plus ordinaire qui relève de l'exposition de soi généralisée, contribution apparemment moins structurée mais qui envahit tout l'espace relationnel.

Au-delà de publier, faire. L'émergence des *makers*

Chris Anderson [2012] avait comme souvent mis le doigt sur une mutation culturelle importante pour en faire un slogan et un étendard d'une nouvelle révolution, celle des *makers*. Il est désormais possible de faire un état des lieux validé empiriquement grâce à des travaux de recherche et notamment grâce à [Berrebi-Hoffmann *et al.*, 2018 ; Lallement, 2015]. Michel Lallement a étudié le Noisebridge des *hackers* de San Francisco en comprenant de l'intérieur les enjeux de ce mouvement des *makers*, même si le Noisebridge, centré sur le « faire », reste très spécifique de la côte Ouest et bien différent du Chaos Computer Club de Berlin. Dans l'ouvrage plus général qu'il écrit avec I. Berrebi-Hoffmann et M.-C. Bureau, les auteurs effectuent une véritable généalogie d'un mouvement protéiforme jusque dans ses qualificatifs. Les *hackers* et les *makers* sont à la fois des moments et des combinaisons différentes et les lieux peuvent aussi être très différents entre *hackerspaces* et fablabs par exemple. On retrouve une filiation avec les shakers, mouvement religieux et coopératif qui eut son âge d'or au XIXe et qui portait de fait un message anti-industriel au profit de la « belle ouvrage ». Une autre filiation remarquable, le « *do it yourself* » qui démarre dans les années 1960, peut même être relevée, mais là aussi avec deux versions au moins, celle du consommateur économe et celle de l'anarchiste anticapitaliste prônant l'autonomie sous forme de « design social ». Mais l'amplification permise par le numérique est prodigieuse et on peut même considérer que, dans la filiation du logiciel libre, la volonté de fabriquer collectivement en dehors des circuits industriels et marchands s'est développée dès le début de la micro-informatique mais a même débordé sur d'autres activités non numériques. Le déclencheur semble être la fascination collective pour l'imprimante 3D. De gadget spectaculaire, elle

est devenue en quelques années un dispositif de création amateur ou un outil de prototypage quasi professionnel mais elle s'est depuis intégrée dans la chaîne de production, jusque dans la production de bâtiments. La disponibilité des techniques à faible coût d'entrée constitue ainsi une condition d'émergence de tout ce mouvement. La carte que réalisent les auteurs [p. 342] sur les types d'activités regroupées au sein des fablabs est significative de ce point de vue. La programmation constitue certes un pôle bien actif (initiations, jeux, cryptoparties, etc.) et se prolonge par le bricolage très varié avec les matériaux électroniques (télécommandes, musique, astronomie, main articulée, etc.). Mais des activités plus proches du bio-hacking sont aussi présentes (synthétiseurs moléculaires, extracteurs d'ADN, éoliennes, ruches connectées, etc.) tout autant que du bricolage avec des matériaux traditionnels (lunettes en bois, cadrans solaires portatifs, bijoux connectés, etc.). Les croisements et les hybridations sont la motivation principale de ces proximités et de l'intérêt de cohabiter dans les mêmes lieux. Hybridation technique et créative mais diffusion des mêmes méthodes de coopération, de créativité, quand bien même certains tireront plus leurs projets du côté de la résistance ou de l'alternative alors que d'autres pousseront vers la réussite économique et l'entreprise. Ensemble cependant, ils valorisent en tout premier lieu la liberté : « liberté politique et d'expression avant tout pour les uns et liberté économique pour les autres » [Berrebi-Hoffmann *et al*., 2019, p. 209]. La frontière des usages « amateurs » et de l'activité professionnelle devient alors très poreuse, comme le montre le succès des espaces de coworking partout dans le monde ou des méthodes de créativité associées aux méthodes agiles par exemple. L'intérêt politique et économique de ces structures a été bien perçu par les pouvoirs publics, en France comme en Chine [Renaud *et al*., 2019], puisque les fablabs sont devenus un impératif pour chaque métropole. Un inventaire des fablabs existants [Suire, 2016] réalisé à partir de questionnaires permet de montrer leur diversité, pouvant aller parfois jusqu'à la création d'entreprise, et possédant une insertion très variable dans « l'écosystème », c'est-à-dire leur milieu environnant.

Publication de soi et jeux d’identité

La possibilité pour le public de contribuer, étudiée dans la lignée du Web 2.0 durant les années 2000 [*Réseaux*, 2009, n° 154], est devenue quasiment une obligation pour exister sur Internet, comme le montrent les numéros 137 (autopublications) et 138 (blogs) de la revue *Réseaux*. Notons d’ailleurs, comme le font Dagiral et Martin [2018], que cette revue a réussi à capter la plupart des travaux sur le domaine, ce qui *a contrario* peut signaler un relatif désintérêt dans les revues sociologiques plus classiques, alors que l’ancrage dans cette tradition permet d’éviter la fascination pour le « nouveau ». Ce jeu étrange entre préservation revendiquée de son droit à la vie privée et affichage sous forme de contributions publiques de toutes ses activités parfois même les plus intimes, reste l’un des mystères les plus étudiés et les plus commentés dans les médias. Dans le même temps, le débat sur la *privacy* et la prédation des données de la part des plateformes d’Internet s’amplifie. Et cela produit une forme de tension quelque peu étrange puisque la publication de soi semble devenir un impératif de réputation sociale incontournable alors même que monte une exigence de préservation de la *privacy* par ailleurs.

Les blogs ont constitué le premier véritable format technique généralisé de publication de soi en ligne et leur relatif affaiblissement comparé au volume d’expressions produites sur les réseaux sociaux (et le microblogging comme fut appelé Twitter à ses débuts) permet d’en faire l’histoire [Siles, 2017]. Dans son « *Networked Selves* », cet auteur compare l’histoire américaine et française des blogs en mobilisant le concept de « registres de voix » (fenêtre, tribune, individu) qui comportent à chaque fois une conception de soi, du public et un choix de médiations techniques.

Les approches de Serge Tisseron [2002], psychanalyste, ont été souvent mobilisées par les sociologues lorsqu’il a repris et étendu le concept de Lacan, l’extimité, pour rendre compte de ces « surexpositions » de soi observables sur les réseaux sociaux et les blogs. « L’expression du soi intime » qui définit l’extimité pour Tisseron permet d’enrichir cette vie intime en la faisant partager, elle n’est donc pas contradictoire. Sans doute peut-on dire cependant qu’elle est amplifiée là aussi par le numérique et que de ce fait, on perd le fil anthropologique qui constituait l’intimité dans son

lien indissoluble avec l'estime de soi et avec l'extimité, avant même le numérique. Ces questionnements sur le statut des identités numériques sont permanents, et le numérique constitue un terrain de projection par excellence de toutes les théories psychiques. Il n'est guère aisé de conserver alors une exigence empirique qui permette de mettre à l'épreuve ces énoncés, en dehors des méthodes cliniques que seules les disciplines psychologiques mobilisent. Les travaux reposent alors souvent sur des entretiens qui font d'une certaine façon office de tribune scientifique de cette extimité puisque l'on demande aux internautes de mettre en forme un discours sur leur propre jeu d'identités.

Ainsi Fanny Georges [2010] relève trois composantes de l'identité numérique : l'identité déclarative (déclarer ou non des attributs de sa personne dans son profil Facebook), l'identité agissante (modifier ce profil plus ou moins souvent, publier ses photos, déclarer ses activités), et l'identité calculée (issue des compteurs omniprésents sur les plateformes et qui contribuent à donner un statut et une notoriété). Le jeu sur ces trois identités est relativement ouvert car aucune correspondance stricte n'existe entre elles. L'auteur a prolongé ces travaux à propos des avatars dans les jeux vidéo et même des identités post-mortem. On voit en effet que les écarts entre monde « en ligne » et monde « hors ligne », expressions plus factuelles et prudentes que « réel » et « virtuel », constituent une marge de manœuvre intéressante pour les acteurs eux-mêmes. Notre enquête internationale [Boullier, 2014] révélait à quel point dans les 8 pays étudiés sur tous les continents, tous les usagers des mobiles et d'Internet avaient appris qu'il pouvait être utile d'avoir une ou plusieurs adresses mail « poubelles » pour éviter la confusion et les intrusions.

Le jeu des identités et des présentations de soi est un apprentissage indispensable à tous ceux qui fréquentent les sites de rencontre en ligne dont le chiffre d'affaires est florissant. Des travaux d'ampleur sont désormais disponibles sur ces expériences qui commencent à changer la face des relations sexuelles et même du mariage. Les différences sociales et les asymétries de genre y fonctionnent activement pour produire des correspondances entre profils somme toute plus classiques qu'on ne pense [Bergström, 2019]. L'expérience des stratégies qu'il convient d'appliquer est racontée en détail, en particulier sur Tinder, devenu un standard d'activité ordinaire de rencontre [Schultz, 2017 ; Duportail, 2019]. Le rôle des plateformes est aussi étudié et plus spécifiquement celui des algorithmes qui réalisent ce

matching [Pidoux, 2019] dans des situations où la présentation de soi dispose désormais de dispositifs de calcul mais où algorithmes et humains *apprennent* les uns des autres.

Les usagers d'Internet sont-ils des « *cultural idiots* » ?

Les écarts entre identités présentées sont aussi un motif de questionnement constant des sciences sociales, des philosophes et des guérisseurs du monde, à propos des risques ainsi encourus par nos « sociétés » qui semblent embrasser l'idéal du simulacre généralisé, selon le diagnostic de Baudrillard. Il est souvent étonnant de constater à quel point ces approches négligent ces leçons de l'anthropologie ou de l'ethnométhodologie qui exigeraient de comprendre par quelles méthodes les acteurs font tenir le sens des situations ainsi apparemment risquées pour leur intégrité psychique. Or, les modèles de l'addiction comme ceux de la dissociation commencent toujours par dénier toute compétence à ces acteurs qui seraient captivés par le jeu vidéo comme d'autres le sont par les drogues, dépendants de leur téléphone portable comme d'autres le sont de l'alcool, dissociés de leurs environnements comme d'autres le sont à cause des sectes, etc. La mise en évidence de l'utilisation massive d'Internet et des réseaux sociaux par les mouvements terroristes n'a fait que renforcer ce lieu commun d'Internet, lieu de perdition des identités. Lorsque les travaux prennent au sérieux ce qui se passe du point de vue des acteurs, il apparaît que le numérique joue certes un rôle mais seulement celui d'amplificateur de TOUTES les tendances sociales et psychiques. Les vertus de la collaboration, de l'ouverture et de l'échange ont été mises en évidence précédemment et sont renforcées par le numérique de même que les personnalités fragiles ou en recherche dans des contextes eux-mêmes désocialisants trouvent des appuis dans les identités disponibles dans le supermarché des profils sur Internet. L'ouvrage d'Olivier Ertzscheid [2013] est de ce point de vue salutaire en fixant les repères élémentaires sur la question de l'identité.

Si l'on veut reprendre une leçon de l'anthropologie, rappelons que Don C. Talayesva [1959], le chef Hopi, raconte comment les enfants hopi vivent lors de leur initiation la révélation du secret des kacinas : les personnages masqués qui dansent sur la place du village ne sont pas les dieux, comme ils le croyaient, mais leurs parents déguisés en kacinas. Mais pour autant, ils ne devront jamais le révéler aux autres enfants et devront continuer à penser

que lorsque les parents dansent dans leurs costumes de kacinas, ce sont quand même les dieux qui reviennent enfin parler avec les humains. Ce qu'Octave Mannoni [1969] avait résumé dans la formule : « je sais bien mais quand même ». Les modernes obligent toujours les « autres » (considérés comme « croyants ») à choisir entre deux solutions : « soit les fétiches sont construits, donc ce ne sont pas des dieux et vous ne pouvez pas croire en leur pouvoir, soit les fétiches sont des dieux mais alors vous ne les avez pas fabriqués ». Or, comme l'a dit Bruno Latour [1996], les non-modernes ne choisissent pas et considèrent même que c'est parce qu'ils sont bien fabriqués que les fétiches ont du pouvoir.

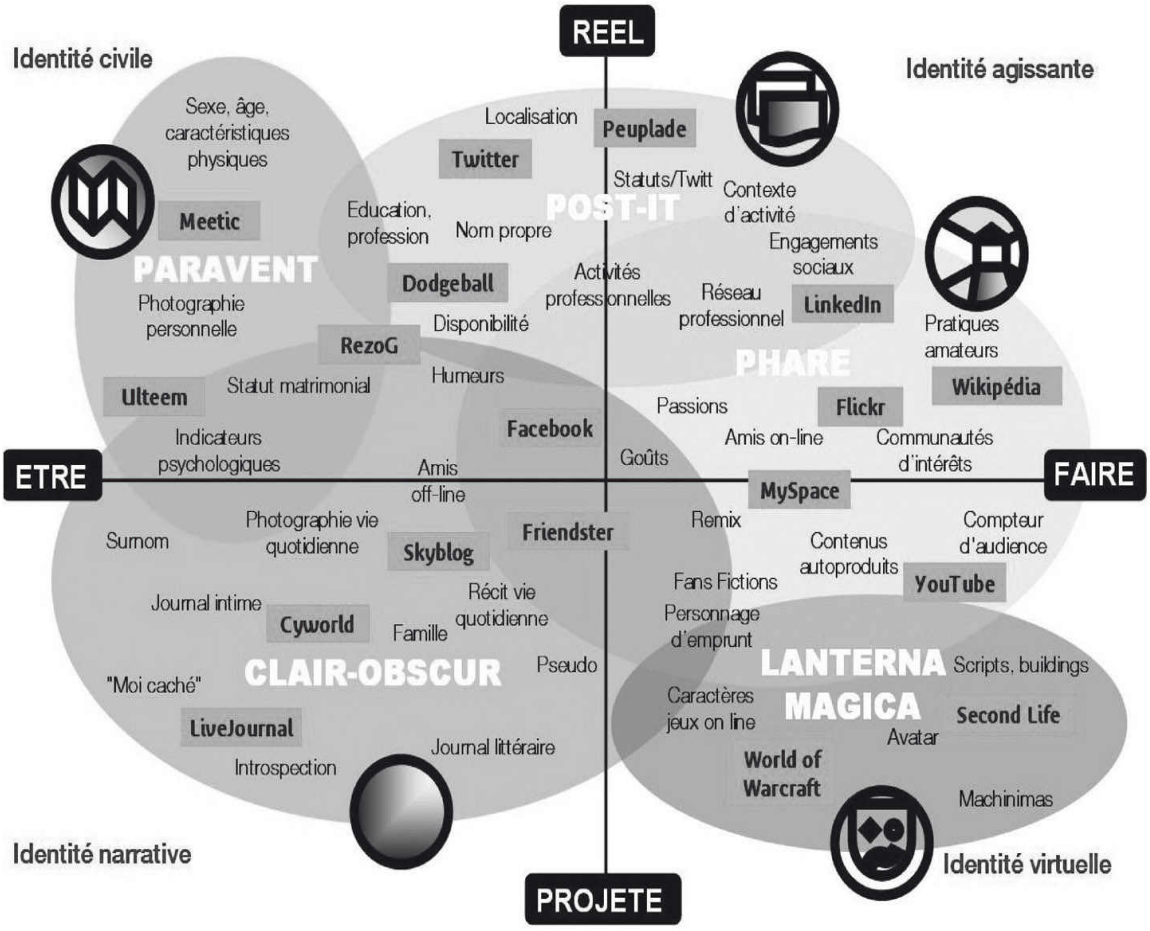
Lorsque l'on traite des identités numériques, de l'extimité, des avatars, etc., il serait bon de méditer plus souvent sur ces sagesses non modernes pour nous réconcilier avec nous-mêmes et avec les autres que l'on place dans la catégorie des dépendants, des naïfs du numérique : nous avons amplifié le jeu des identités, certes, avec le numérique mais nos identités étaient déjà plurielles et toujours fictions et avatars, jusque dans l'état-civil, cette « fiction vraie » qui « institue la vie », comme le dit Pierre Legendre [1999], qui rend vivable le monde social en installant l'ordre des générations dans le droit. Oui, les adolescents jouent avec les identités, ils savent bien que leur profil Facebook n'est qu'une mise en scène « mais quand même », cela parle aussi d'eux d'une certaine façon. Cette méthode a le mérite de redonner aussi aux acteurs une chance d'être critiques eux-mêmes et de faire, comme le demande Luc Boltanski [2009], non pas une sociologie critique mais une sociologie de la compétence critique des acteurs. Et pas seulement de ceux qui se placent en posture de critiquer les autres, car cette compétence critique est pragmatiquement distribuée, sans doute inégalement aussi, mais nul ne peut prétendre à la place des acteurs qu'ils ne savaient pas ce qu'ils faisaient, contrairement à ce que veulent prétendre toutes les sociologies du dévoilement. Comme on le voit, il ne suffit pas de disposer de données ou encore de vouloir éclairer le monde pour faire œuvre scientifique, il faut encore « savoir ce que l'on fait » en intervenant comme sociologue et instituer clairement la relation avec les acteurs que l'on étudie.

Le design de la visibilité de Dominique Cardon

Dominique Cardon [2008] a produit l'un des cadres d'analyse les plus éclairants sur ce jeu des identités et de la publication de soi qu'il appelle le

design de la visibilité. Le tableau fourni, sans être appuyé sur un traitement de données systématique, a cependant le mérite de restituer la pluralité des pratiques observées mais aussi de proposer un cadre d'analyse d'inspiration plutôt interactionniste fort utile pour éviter la dispersion des observations.

Figure 2.1 Le design de la visibilité



Source : CARDON, 2008.

Le paravent est notamment utilisé dans les sites de rencontre et permet de réduire l'exposition des caractéristiques personnelles avec pseudo et profil de plus en plus détaillé cependant pour permettre aux algorithmes de *matching* de faire leur travail avant des phases de dévoilement progressif. « Le droit d'accès à la visibilité fait ainsi l'objet d'une négociation permettant aux participants de gérer eux-mêmes la révélation de leur identité » [CARDON, 2008, p. 107]. Le clair-obscur se rencontre plutôt sur les réseaux sociaux qui mettent en valeur les « amis », ce qui met en scène publiquement des relations sociales qui en retour contraignent l'exposition

de soi. « Il est en effet beaucoup plus difficile de jouer avec ses caractéristiques identitaires lorsque celles-ci sont soumises au regard des proches » [*ibid.*, p. 108]. Mais les fonctionnalités des réseaux sociaux ont constamment évolué vers une plus grande maîtrise de l'exposition ce qui justifie l'emploi de ce terme « clair-obscur ». Le troisième modèle, le phare, repose sur la publication de contenus (Flickr ou YouTube par exemple) qui ont vocation à rassembler des réseaux autour de ces contenus et par là à élargir le cercle classique de ses amis (numériques).

Le phénomène s'est amplifié depuis la publication de l'article car YouTube, qui constitue un accès privilégié aux contenus du Web, permet désormais à quiconque de créer sa chaîne avec ses abonnés et certains internautes sont devenus des célébrités à travers ces effets de réseau, où la dimension phare est plus importante car le public finit par se transformer en audience de masse et non plus en interaction collaborative autour de thèmes partagés. Le quatrième modèle, le post-it, est né avec le *microblogging*, avec Twitter où la phrase d'accroche d'origine était « que fais-tu en ce moment ? » avec des fonctions de géolocalisation qui devaient servir à faciliter la micro-coordination. Richard Rogers [2013] montre que l'évolution des consignes de Twitter est d'ailleurs significative, puisque la consigne est devenue « *what's happening?* » produisant une évolution de Twitter vers un média à part entière centré sur la production de news, et que plus récemment une nouvelle consigne « *compose a new tweet* » indique bien que le médium Twitter est désormais centré sur lui-même, sur sa propre productivité qu'il incite à augmenter sans autre ambition médiatique. Enfin un cinquième modèle, celui de « *lanterna magica* » prend appui sur les identités virtuelles crées dans les univers virtuels où les avatars agissent, construisent, discutent, etc.

Dominique Cardon met ainsi un peu d'ordre dans la prolifération du Web 2.0 et de ses innovations en prolongeant ce jeu de présentations de soi par les propriétés du montrer/cacher/voir, des réseaux sociaux plus ou moins vastes et des liens mobilisés (forts/faibles notamment). Cette étude fait référence et devrait pouvoir être reprise régulièrement pour suivre les évolutions des offres et des usages tout en gardant un cadre d'interprétation sociologique cohérent.

Des jeux d’identité aux vols d’identité : données personnelles et *privacy*

Ces expériences personnelles sur les jeux d’identité ne font pas pour autant sombrer les acteurs dans un relativisme total. En effet, certains montages identitaires sont à la fois plus durables et plus vitaux, comme l’atteste l’attachement à une carte d’identité ou à une carte bancaire. Or, le constat se fait chaque jour de plus en plus inquiétant : les plateformes et les firmes privées mais aussi les services de renseignement se livrent à une prédation à grande échelle de données et de traces qui devraient relever de la *privacy*. Ce thème devient en effet critique pour tous les choix réglementaires mais aussi individuels, en particulier à partir de 2013, quand, avec Edward Snowden, fut mise en évidence l’entreprise généralisée de surveillance des traces numériques.

On peut ainsi affirmer qu’il existe un Internet BS (*Before Snowden*) et un Internet AS (*After Snowden*) car une forme de révélation eut lieu à la face du monde. Et cette révélation de la mise sur écoute, de la captation, du suivi, de l’analyse de toutes les activités numériques concernait tous les services secrets, NSA en tête mais aussi ceux de tous les pays démocratiques, sans parler des dictatures comme la Chine où la surveillance était assumée depuis longtemps avec des armées affectées notamment au *Great Fire Wall*. King *et al*. [2013] ont conduit une étude sur les réseaux sociaux chinois qui a permis d’observer que les publications sanctionnées par la censure n’étaient pas celles qui critiquaient le régime mais celles qui tentaient de lancer des actions collectives. Pour vérifier cette hypothèse, les chercheurs ont produit eux-mêmes des publications selon ces deux critères et ont pu vérifier la validité de leurs hypothèses, après avoir réalisé une forme de sociologie expérimentale. Les propriétés techniques du numérique qui permettent ce jeu sur les avatars, les pseudonymes et tous les travestissements évoqués permettent aussi leur surveillance discrète par les logiciels de centres de calcul les plus puissants du monde.

Mais cela permet aussi de révéler alors les failles de l’architecture conçue pour Internet. Et de montrer que les services secrets des États n’étaient pas les seuls à profiter de cette opacité du code d’un Internet conçu pourtant

dans un esprit utopique de transparence. Les plateformes et les firmes en général sont elles aussi grosses consommatrices de traces au profit des marques qui sont devenues obsédées par l'écoute, la veille, l'intelligence, le *monitoring* de leurs consommateurs et des publics en général sur leurs produits, sur leurs services mais aussi (et surtout) sur leur image.

Dès lors, une fois ces révélations portées à la connaissance du public, il devient encore plus difficile de comprendre l'apathie d'un public pourtant supposé préoccupé par la préservation de son intimité ou tout au moins de sa vie privée. C'est là que peut intervenir le principe anthropologique du « je sais bien, mais quand même » : car même si chacun « sait bien » que tous ses mails ou ses posts Facebook sont à la fois l'objet d'analyses revendues aux marques et la cible possible des services secrets, « quand même », les services fournis par ces plateformes sont avantageux, surtout s'ils sont gratuits, et d'autant plus « qu'on n'a rien à se reprocher ». Les services en ligne mais aussi les cartes de fidélité font l'objet du même usage [Coll, 2014] fondé sur une approche en rhizome (« *the surveillant assemblage* ») plutôt qu'en panoptique [Haggerty et Ericson, 2000]. Les recherches en sciences sociales sont souvent orientées par ce souci du bien commun plus exigeant que celui des acteurs eux-mêmes et restent marquées par la conception initiale de la *privacy* posée par Louis Brandeis et Samuel Warren en 1890 : « *the right to be left alone* ». Depuis cette conception, des visions plus normatives ont été développées pour en faire une question majeure du droit [Gavison, 1980]. Dans le même temps, toute activité sur les réseaux sociaux indique une certaine volonté d'être alerté, notifié, liké, etc., volonté désormais tout aussi forte que celle d'être laissé tranquille. Les conseils donnés aux politiques ou aux agences de la part des sciences sociales peuvent consister à trouver des réponses, selon une logique « solutionniste » [Morozov, 2014], alors que les questions sont restées mal posées. Les approches par les calculs des agents selon les conditions du dévoilement de ses données personnelles [par exemple Lancelot Miltgen, 2011] peuvent faciliter la réduction de la question mais n'affrontent pas le paradoxe que nous avons souligné.

Pour les utilisateurs ordinaires cependant, le numérique d'une façon ou d'une autre pousse à adopter une vision plutôt constructiviste de soi, puisque le jeu sur les apparences, le calcul, la réputation, les avatars, etc., les rend manipulables et comme objectivés quand bien même ce supposé soi était bien entendu déjà un construit avant le numérique mais plus

difficile à manipuler. C'est pourquoi des comportements déviants peuvent devenir des postures porteuses de réputation, fut-elle négative. Antonio Casilli [2010] a longuement étudié ce phénomène du *troll*. En effet, ce n'est qu'en bénéficiant du pseudonymat (ou « hétéronymat » comme le propose Louise Merzeau) que les *trolls* peuvent maintenir dans la durée leur activité qui ne respecte pas la norme supposée partagée d'un espace d'interaction en ligne. Bien souvent d'ailleurs, c'est grâce à ces *trolls* que le collectif se sent obligé d'expliciter cette norme qui n'avait jamais eu à s'énoncer auparavant. Casilli considère alors que « le *troll* est ainsi le moment négatif de la dialectique de l'appartenance » puisqu'il réussit à faire l'unité d'un collectif contre lui.

Cette analyse présente l'avantage certain d'éviter de convoquer de façon incontrôlée des postures psychopathologiques, d'autant plus que, pour prolonger cette définition relationnelle du *troll* et non substantielle, chacun peut selon les circonstances se trouver en position de *troll*, soit délibérément soit parce que les autres considèrent des interventions comme relevant du *trolling*. Ces enjeux normatifs auraient pu être détectés dans toutes les assemblées avec les saboteurs ou empêcheurs de penser en rond, mais le numérique amplifie et distribue ce rôle grâce aux vertus du pseudonymat (car il faut être identifié pour pouvoir répondre et être perçu comme un *troll*).

Sociabilités en ligne et hors ligne

Les enjeux de sociabilité en ligne sont ainsi introduits et ils constituent l'un des axes majeurs des travaux sur les usages. L'ouvrage *Les liaisons numériques* [Casilli, 2010] évoque bien les dangers potentiels de ces sociabilités inédites ou tout au moins amplifiées par le numérique voire fantasmées. L'auteur prend très au sérieux ce qui se déroule dans « cet *espace* social où des *corps* interagissent pour créer des *liens* de coexistence », ce qui donne le plan de son ouvrage. L'espace d'information créé par Internet présente tous les attributs d'une « zone franche » mais de ce fait est encore une zone, avec une dimension spatiale identifiable. De fait, aucune des règles de gouvernement des espaces et donc des territoires ne s'y applique telle quelle et toutes demandent des transpositions complexes et jamais garanties.

Mais est-ce parce que la zone est « franche » ou parce qu'il ne s'agit précisément plus d'une « zone » mais plutôt d'un « milieu » au sens écologique ou encore diront d'autres, d'une « conversation » animée par des effets de propagation dans le temps mais moins dans l'espace ? Casilli réintroduit la présence des corps dans cet espace que certains rendent trop rapidement « virtuel » et l'accent mis sur les photos notamment ou sur les géolocalisations indique bien que les corps aussi sont engagés dans ces relations en ligne. Ces relations sont enfin marquées par des liens faibles (éphémères ou incertains, ou sans intensité), mais pourtant à la recherche « d'une sociabilité forte fondée sur des liens faibles » comme peuvent le montrer des communautés de *gamers* ou encore des sites de rencontre.

La thématique des « liens faibles » est héritée de Mark Granovetter [1983] qui a montré comment dans la recherche d'emploi, certains liens pouvaient devenir des ressources stratégiques malgré leur apparence de lien faible (ancienneté dans le temps, secteur inconnu, relations très occasionnelles) dès lors qu'elles permettaient d'introduire de l'hétérogénéité dans le réseau social d'une personne en recherche d'emploi. Certaines portes s'ouvraient ainsi parce qu'on n'aurait jamais pensé aller y frapper, tant les réseaux personnels tendent à produire ou reproduire de l'homogamie (on fréquente plutôt ceux qui nous ressemblent) [Mercklé, 2004]. Or le numérique et surtout les réseaux sociaux numériques peuvent faire entrevoir d'autres « petits mondes » auxquels chacun peut être faiblement connecté mais qui deviennent visibles par cette seule connectivité : les communautés de goût, artistique, de consommation, de pratique peuvent être très dispersées dans l'espace mais le fait de pouvoir les voir sur les réseaux numériques facilite alors le soutien de ce goût chez celui qui se vivait comme isolé.

On peut ainsi distinguer les approches qui acceptent de prendre à leur valeur faciale ces réseaux de sociabilité et qui les étudient pour ce qu'ils sont, en montrant qu'ils peuvent être spécialisés ou au contraire multiplexes, c'est-à-dire mobilisant plusieurs canaux à la fois, sans les relier *a priori* à des activités hors ligne [Cardon et Granjon, 2003]. Mais le plus souvent, les chercheurs tentent de comparer ou de relier les mondes dits virtuels de ces relations en ligne et les liens face-à-face. Ainsi, Zbigniew Smoreda et Christian Licoppe [2000] ont pu montrer que plus on se voit, plus on s'appelle. Le principe de la substitution d'un univers par l'autre ne fonctionne pas et pour Valérie Beaudoin et Christian Licoppe [2002], il vaut

mieux parler d'entrelacement et non de coupure. Lorsque l'enquête prend pour cible les publics modestes [Pasquier, 2018], le rôle des réseaux sociaux dans la préservation de la famille refait surface, car ces appartenances élémentaires sont amplifiées elles aussi par le numérique, à travers tous les signes d'amour qui sont envoyés, la célébration des fêtes et des anniversaires. L'enquête que D. Pasquier a conduite dans la France rurale à partir d'interviews et d'observation de comptes Facebook permet de documenter cette idée que l'ajout des amis de Facebook est en fait plutôt une extension du domaine de la famille, avec toutes les dimensions de solidarité, mais aussi d'humour, de moquerie et de fâcherie qui font partie des habitudes entre relations proches. Pourtant, d'autres travaux [Dang Nguyen et Lethiais, 2016] ont montré, à travers une enquête statistique sur 2 000 utilisateurs français de Facebook représentatifs de la population française, que le réseau social sert avant tout à renforcer les liens faibles (*bridging*) que les liens forts (*bonding*) ou à renouer avec des amis perdus de vue (*social browsing*, selon l'expression de Lampe *et al.* [2007]).

Socialisation et désocialisation : « *chatting alone* » ?

Cependant, ces travaux datent d'avant les réseaux sociaux et il serait encore possible de considérer que nos sociétés ont franchi un nouveau stade dans l'immersion dans des relations en ligne qui seraient désocialisantes. On peut le penser en lisant le cri d'alarme de Sherry Turkle, *Alone Together* [2011]. Ses travaux des années 1980 sur les enfants et les ordinateurs [1980, 1984] avaient semblé montrer tout le potentiel éducatif de ces relations avec les machines (qui faisaient se poser des questions aux enfants sur la pensée, sur le langage). Ses enquêtes [Turkle, 1995] sur la vie dans les MUD (les jeux des années 1990 multijoueurs en ligne, Donjons et dragons) montraient aussi le jeu sur les identités que nous venons d'évoquer et mobilisaient les concepts de la psychanalyse qui fut sa spécialité, pour montrer comment l'altérité était expérimentée sur ces plateformes. Or, sa position semble désormais nettement plus inquiète sinon critique, puisque nous vivons dans « l'illusion du compagnonnage », nous confondons les tweets avec l'authentique communication, la simulation du lien social avec un robot devient suffisante, le *multitasking* conduit à laisser les plateformes guider nos échanges et à nous transformer en « machines à maximiser » et nous nous retrouvons finalement tous seuls, un peu comme si *Bowling Alone*, le

célèbre exemple de Robert Putnam [2000] pour montrer l'effet d'un modèle individualiste sur la sociabilité américaine à base de bowling, était revisité avec le numérique pour en tirer le même bilan. Un autre ouvrage [Turkle, 2015] vantant les mérites de la conversation face-à-face et encourageant à réguler notre comportement avec nos téléphones portables prolonge la réflexion dans le même sens finalement très univoque. On retrouve le même problème avec la vision désocialisée des migrants, alors qu'en étudiant leurs pratiques en ligne avec leur pays d'origine, il vaudrait mieux parler de « migrants hyperconnectés » [Diminescu, 2016].

C'est d'ailleurs l'un des problèmes de ces enquêtes quasi cliniques que de continuer à tirer le même fil du modèle de l'effondrement des solidarités et du renforcement de l'individualisme et donc des solitudes dans un contexte numérique qui a pourtant changé radicalement les conditions de cette sociabilité. Pour une part, en effet, le numérique amplifie ces tendances lourdes à l'isolement mais il peut aussi être interprété comme rendant plus supportables ces solitudes qui viennent d'ailleurs. Lorsque l'auteur disqualifie les SMS au profit des appels téléphoniques, et en fait un symptôme de cette perte d'authenticité, elle semble ignorer que, dans les deux situations, la norme de sociabilité peut consister à ne pas dire grand-chose, mais pourtant à maintenir ainsi le lien, ce que Jakobson [1963] appelait la fonction phatique du langage. Pour contrebalancer ces approches normatives pessimistes, les travaux de Laurence Allard sur le portable [2010] et sur l'expressivisme [2005] permettent de mettre en lumière la richesse des tactiques d'usage.

Cela n'empêche pas de tenter de caractériser ce qui se transforme dans notre mode de relation quotidien sous l'effet des amplifications que nous identifions. Ainsi, lors de notre enquête sur les pratiques relevant de l'habitèle [Boullier, 2014], nous cherchons à tester l'existence ou non de ce stress généré par l'augmentation constante des alertes et des notifications, depuis près de 20 ans et notamment depuis l'arrivée des portables. Il ne s'agit pas alors de proposer un point de vue normatif sur ce nouvel état psychique partagé, qui repose sur une veille constante mais seulement de vérifier à l'aide d'indicateurs précis s'il est vraiment partagé. Ce stress peut être vécu positivement comme producteur d'adrénaline qui permet d'être sans cesse sur la brèche : le modèle des traders dans la finance et celui des informations continues dans les médias avaient déjà valorisé cette posture. Mais, dans ces situations comme dans notre vie quotidienne désormais,

avec notre connectivité permanente et à haute fréquence, cela entraîne des effets de « *burn out* ». Rien de nouveau, pourrions-nous dire, ou au contraire inquiétude maximale sur un état de stress aussi répandu, qui justifie l'intérêt de mieux comprendre les phénomènes de déconnexion [Jauréguiberry, 2014]. L'enjeu est tel qu'un nouvel article L2242-8 du Code du travail reconnaît ce droit à la déconnexion en France et est entré en vigueur au 1er janvier 2017. S'il est légitime d'entendre les acteurs sur ce plan, car leur expérience est le seul moyen d'accéder à ce qui se joue, tout travail interprétatif se doit de se donner une épreuve de réalité, constituée par des indicateurs dès lors que l'on prétend porter un diagnostic sur l'état de nos sociétés.

Sur ce plan, il reste encore beaucoup à construire pour engager des études comparatives sur un même jeu d'indicateurs, discutés et discutables, et utiles pour penser et questionner les processus de sociabilité et non les réifier. Le phénomène de sociabilité à haute fréquence et à faible intensité fut ainsi documenté lors de notre enquête comme présent dans tous les pays mais cela ne permet de générer aucun commentaire clinique ni aucun diagnostic général sans avoir connaissance de l'état, préalable au numérique, des sociabilités des populations concernées. Le risque de vouloir constituer encore et toujours le numérique comme « cause finale » nous guette sans cesse et doit être évité absolument.

L'empire des réplications

La sociabilité est parfois un concept trop lourd pour caractériser les liens faibles qui relient entre eux les comptes sur les réseaux sociaux ou les sites sur le Web : les terminologies fortes d'« amis », d'« attachement préférentiel » (pour les liens hypertextes) peuvent s'avérer trompeuses en projetant une supposée sociabilité. Il s'agit plus souvent d'accumulations, stratégiques ou non, de suiveurs (Twitter) ou de contacts (LinkedIn) qui valent score de notoriété, sans aucune relation particulière. Plus souvent encore, ces contacts servent de vecteurs de propagations qui sont encouragées, sous le nom d'*engagement*, par le design des plateformes (dont le bouton Retweet, inventé en 2011), pour en faire ce que j'appelle une « machine à réplications ». Les sciences sociales, après l'informatique, se saisissent désormais de ces propagations qu'on assimile trop aisément à des phénomènes de contagion au sein des foules, alors qu'un véritable

tableau conceptuel rigoureux serait désormais nécessaire, puisque les plateformes fournissent tous les outils pour une traçabilité à grain fin.

Plusieurs études de cas constituent désormais un corpus utile pour penser ces processus. Les mèmes chinois ont ainsi été étudiés [Renaud *et al.*, 2016] en combinant une approche sémantique, sociale et spatiotemporelle à travers les régions de Chine pour identifier les *patterns* de leur circulation. Cela oblige souvent à entrer dans les propriétés sémiotiques du matériel qui circule, comme les emoticons [Halté, 2016]. Il est alors possible de retrouver des principes d'analyse de la rumeur, désormais équipée non seulement pour la propager mais aussi pour la documenter, comme dans le cas du Pizzagate de 2016 visant Hillary Clinton [Rebillard, 2017]. Mais ce sont aussi des dynamiques puissantes analogues à des mouvements sociaux qui peuvent relever de cette analyse, comme ce fut le cas des hashtags #metoo et #balancetonporc. Ce que l'on peut nommer « vague » [Bertrand, 2018] marque une étape historique dans la puissance des réseaux, où la réplication d'un hashtag n'est plus liée seulement à un pays, comme dans les cas largement étudiés des printemps arabes (voir chapitre 5) mais à une catégorie sociale à l'échelle de la planète, les femmes. Les effets ont continué à se faire sentir pour tous les harcèlements sexuels puis dans des secteurs particuliers comme les médias avec le scandale de la Ligue du LOL en France, qui mit à jour le potentiel destructeur des personnes de la réputation en ligne de quelques-uns, abusant de leur pouvoir issu de la réputation sur les réseaux. Désormais, une vibration collective à haute fréquence qu'on aurait pu disqualifier en rumeur gagne suffisamment de pouvoir d'agir, d'*agency*, pour faire changer des normes sociales, voire des règles.

Cependant, des précautions sont à prendre dans l'étude de cette viralité, car les faux fans prolifèrent [Beauvisage et Mellet, 2016]. Les auteurs identifient deux marchés des « fans au kilo » qui s'articulent : « celui, légitime, de la publicité sur les médias sociaux, et celui, condamné, de la manipulation des signaux de la notoriété ». L'argument clé de la propagation « *If it doesn't spread, it's dead* » [Jenkins *et al.*, 2013] justifie sans doute ces méthodes d'*astroturfing*, dont les tâcherons sont recherchés partout dans le monde [Casilli, 2019]. Jenkins *et al.* [2013] veulent cependant éviter de donner trop de pouvoir d'agir aux émetteurs et aux firmes qui mettraient en place des stratégies sophistiquées pour faire se propager leurs contenus. Leur « *spreadable media* » sont avant tout efficaces grâce au pouvoir des

audiences [p. 21]. Nous dirions, qu'ils distribuent moins d'*agency* aux influenceurs (ici aux émetteurs) et plus à la structure des réseaux (les audiences). Cependant, ils oublient alors l'*agency* spécifique des contenus, des messages et de leur format sémiotique, ce que nous appelons les réplications. Pourtant, ils citent Fiske [1989] et son concept de « *producerly text* » « qui s'offre à la production populaire […]. Ses limites sont floues et échappent à son contrôle, ses significations dépassent son pouvoir de discipline, ses blancs sont si larges que des nouveaux textes peuvent être produits à l'intérieur, ce qui est dans un sens très réel, au-delà de son contrôle » [cité p. 201]. Ces contenus sont des « activateurs culturels qui donnent quelque chose à faire à la communauté » [p. 209] ajoutent-ils en rappelant l'exemple de la vidéo publicitaire Tipp-Ex (« *A Hunter Shoots a Bear* », 2010), dont le public peut changer le titre (en utilisant du Tipp-Ex virtuel) pour faire apparaître une cinquantaine d'autres versions de la vidéo.

Un mème est une unité culturelle élémentaire qui se reproduit et circule selon des principes que Dawkins [1976], fondateur de la mémétique, avait empruntés à la génétique. En élargissant le propos, Dennett [2017] a utilisé les ressorts de la théorie de l'évolution, en abandonnant la métaphore du gène, pour penser toute l'évolution culturelle comme un processus de variation et de sélection avec imitations et dérivations d'éléments simples. Ces éléments nous traversent et nous font agir, produisant ce que Dennett appelle des comportements avec « compétence sans compréhension », ce qui relativise toute définition noble de l'esprit humain. La culture Internet a utilisé le terme pour désigner des images accompagnées d'un commentaire dont certains éléments sont stables et d'autres varient à des fins humoristiques la plupart du temps. Certains sites sont devenus des sources infinies de production de mèmes comme Reddit, 4Chan, 9gag, memegenerator, etc. Les mèmes peuvent aussi être réduits à des expressions qui deviennent virales sur Internet. Les concepts de viralité et de mémétique sont parfois confondus alors que le premier désigne la propagation à l'identique d'un contenu tandis que le second s'intéresse en priorité aux dérivations de ces contenus [Shifman, 2014]. Limor Shifman réalise sur ce sujet une investigation socio-sémiotique très fine sur les mèmes, qui permet d'identifier les conditions de félicité pour la propagation de ces mèmes : « L'humour, la simplicité, l'étrangeté du contenu, l'émotion et la participation. » De même, la viralité n'est pas l'influence [Beauvisage *et al.*, 2011] car les rôles joués par certains acteurs prennent alors le dessus.

Beauvisage *et al*. discutent en détail ces notions voisines et montrent bien que l'on peut adopter plusieurs points de vue qui sont autant de méthodes sans se contenter de la métaphore virale. Nous avons fait de cette approche l'axe d'une nouvelle génération de sciences sociales, qui en prolongeant les inspirations de la théorie de l'acteur-réseau sur le pouvoir d'agir des non-humains, permet de restituer ce qui traverse les humains et capte leur attention et les pousse à répliquer, à imiter, à partager pour produire des chaînes de « réplications », non pas à l'identique mais bien avec dérivation, comme le veut l'analogie du terme avec la théorie évolutionniste.

L'analyse des influenceurs a été largement développée [Bakshi *et al*., 2011] parfois en montrant son lien avec les contenus – *stickiness factors* – pour déclencher un point de bascule dit « *tipping point* » [Gladwell, 2000], ainsi que celle des structures du réseau tout autant et parfois en opposition à la précédente [Watts et Dodds, 2007] et cela dès les études de diffusion des innovations. Nous avons proposé une description précise des conditions d'exercice de l'influence [Boullier et Lohard, 2012] pour éviter toute extension abusive du terme, qui laisserait croire qu'avoir un grand nombre de *followers* suffit à avoir de l'influence. Mais désormais, la traçabilité numérique permet de suivre à grain très fin des propagations de masse, de calculer des *patterns* de propagation et de cascades selon la force de l'explosion (*bursts*) lors de l'apparition d'un mème [Cheng *et al*., 2016]. D'autres travaux se sont orientés vers le pouvoir d'agir des réplications elles-mêmes, comme les propriétés d'un titre sur Reddit [Lakkaraju *et al*., 2013], ou encore l'effet du score de nouveauté dans la diffusion d'infox (*fake news*) [Vasoughi *et al*., 2018]. Tout un champ de recherche s'ouvre ainsi, déjà largement arpenté par les sciences computationnelles [Boullier, 2018]. Les sciences sociales peuvent y apporter leurs exigences de clarification conceptuelle et une certaine prudence pour ne pas exporter abusivement ces leçons hors des plateformes qui sont étudiées, comme nous y convie Richard Rogers, pour éviter ce que j'appelle un « plateformisme méthodologique », analogue au nationalisme méthodologique, point aveugle des sciences sociales fondées sur les recensements et registres nationaux. Les enjeux politiques sur l'espace public sont importants (voir chapitre 5) mais la formation de chaque internaute publiant à se mesurer, ou à exploiter les métriques affichées pour s'orienter s'est amplifiée [comme l'ont montré Salganik et Watts, 2008]. La propagation infinitésimale peut avoir

des effets réflexifs ou émergents par agrégation qui s’appuient sur une culture numérique apprise collectivement en quelques années.

Fracture numérique ?

S'il est un discours qui a réussi son opération de cadrage des questions sociales liées au numérique, c'est bien celui sur la « fracture numérique ». Il représente l'archétype de cette alliance entre gouvernement et preuve qu'Alain Desrosières [2014] met en évidence dans la construction historique des statistiques. La fracture numérique est un message politique, lancé par Al Gore en 1995, mais il devint aussitôt un concept sociologique, quand bien même des travaux sur les inégalités d'accès au numérique (qu'on appelait NTIC à l'époque) avaient été déjà réalisés bien avant, depuis les débuts de la micro-informatique (et du Minitel en France).

En effet, les sociologues pouvaient ainsi jouer leur rôle classique de conseillers des politiques publiques, soit en utilisant les données fournies par les agences de l'État soit en en produisant de nouvelles qui pouvaient être utilisées dans les discours politiques. Il reste certes indispensable de traiter ces questions d'inégalité et nous en reprendrons ici les principales approches. Cependant, il est tout aussi indispensable de rester vigilants sur la construction d'une catégorie à visée politique telle que la « fracture numérique » pour admettre qu'elle n'a aucune valeur scientifique et que ses supposées « mesures » sont entièrement orientées par des *a priori* totalement pris dans le discours politique qu'elles contribuent ainsi à faire exister.

D'un discours à un concept

Trois rapports du *National Telecommunications & Information Administration* (NTIA) du *Department of Commerce* américain (1995, 1998, 1999) firent usage de la notion de « *digital divide* » qui fut reprise par Al Gore en 1996, avant tout pour soutenir des initiatives éducatives. Les politiques d'infrastructure pour les « *information highways* » faisaient cependant partie du même effort politique en vue de la connexion généralisée. Les deux aspects des politiques publiques américaines étaient ainsi représentés avec ces deux termes-slogans : industrialiste avec les « *information highways* » et redistributif avec le « *digital divide* ». Le paradoxe tient dans la coïncidence historique de ces initiatives avec la

cession de la gestion d'Internet aux fournisseurs d'accès privés qui ont pris en 1995 le relais de la NSF (*National Science Foundation*), institution publique. La même administration privatisait ainsi la gestion d'Internet qui allait engendrer, sous l'influence des marques et des plateformes, la réorganisation complète d'Internet et du Web que nous connaissons désormais, en créant ainsi de multiples inégalités à long terme. La transposition en français ne tarda pas, sous le nom de « fracture numérique », beaucoup plus dramatique, car le terme avait été popularisé pendant la campagne électorale de 1995 pour labelliser les questions sociales en « fracture sociale ».

De nombreux travaux ont documenté cette fracture comme s'il allait de soi que l'on pouvait exploiter cette notion pour parler des « inégalités numériques » et qu'il n'était pas nécessaire de discuter plus précisément ce que recouvrait ce slogan politiquement marqué. D'autres ont tenté de reformuler la question pour savoir exactement quel phénomène était décrit sous ce vocable [Rallet et Rochelandet, 2004] et nous nous inscrirons dans cette tendance.

Asymétrie des équipements entre pays

L'étude des inégalités de développements techniques de réseaux entre pays est un constat aisé à effectuer. Il mérite cependant d'être suivi avec attention car il peut créer, pour des raisons apparemment techniques, des asymétries durables, quand bien même l'utilisation de ressources semble possible partout. Il est possible que cette apparente égalité se fasse au profit des firmes de certains pays (opérateurs, câbleurs) ou à condition d'utiliser les infrastructures de ces mêmes pays (serveurs tous présents dans d'autres pays). Pourtant, la vertu technique mais aussi la promesse politique d'Internet reposaient sur le modèle de réseau distribué pensé par Paul Baran en 1964.

Ce sont bien des militaires américains qui pour des raisons de résilience de leur réseau ont encouragé et financé le développement d'un réseau distribué [Abbate, 1999] et donc non centralisé ni même décentralisé mais capable d'utiliser tous les chemins pour les paquets selon la loi du « *best effort* ». La distribution logique (logicielle) n'est pas équivalente à la distribution spatiale (matérielle) mais il reste que la fiabilité d'un réseau dépend de la diversité des routes possibles entre deux points, ce qui ne serait

pas possible s'il n'existait qu'un seul câble dans l'Atlantique et qu'une seule ferme de serveurs par continent. La répartition spatiale des équipements de base comme des serveurs et des câbles doit se faire selon une géographie suffisamment distribuée non plus virtuellement mais physiquement, dans des territoires donnés. Voilà donc un premier indicateur possible d'une éventuelle fracture numérique.

Or, le résultat observable dans les années 2010 est bien loin de ce modèle idéal puisque, sur tous les plans, les asymétries restent flagrantes. Les câbles sous-marins ont été installés avant tout entre l'Europe et l'Amérique du Nord et c'est seulement depuis le début des années 2010 que des accès par des câbles de bonne capacité sont possibles tout autour de l'Afrique. Le non-filaire, les satellites et les antennes-relais semblent moins problématiques mais dès lors que les infrastructures sont financées par les firmes privées, il reste difficile d'amorcer de nouveaux marchés peu solvables, au point que Google a même proposé de distribuer Internet en Afrique à l'aide de ballons sondes et Facebook à l'aide de drones solaires. Les réseaux qui font Internet dans sa diversité (inter-networks) restent centrés géographiquement sur les grandes puissances économiques occidentales, même si les puissances asiatiques commencent à jouer un rôle essentiel qui ne se traduit pas toujours dans les investissements d'infrastructures. Les réseaux universitaires publics ont aidé à maintenir certains backbones (comme le fait Renater en France), les autorités publiques tentent d'intervenir pour assurer une distribution plus égale dans les territoires mais la pression sur les finances publiques, le secret et la compétition qui organisent les relations entre opérateurs rendent très compliquées les montages non redondants et réellement pertinents pour les usages à venir.

L'étude des politiques publiques, des stratégies concurrentielles pour produire ces infrastructures mériterait une attention plus forte, tant ces équipements sont la colonne vertébrale des sociétés contemporaines comme le furent le chemin de fer au XIXe siècle et les autoroutes et les porte-containers au XXe. La mesure de la connectivité d'un territoire devient un des éléments clés de son attractivité et la compétition entre villes est souvent pensée en ces termes lorsqu'il s'agit d'attirer les entreprises, leurs sièges sociaux mais aussi tous les professionnels qui les composent (que Richard Florida [2002] regroupe dans la catégorie fort discutée de « classe créative »).

Il reste cependant difficile de hiérarchiser définitivement les pays selon ces critères. En effet, le numérique en réseaux se caractérise par une

innovation constante qui pousse tous les politiques à se laisser séduire par la prochaine technologie gagnante. Ainsi, il est possible de faire la carte de l'accès à l'ADSL et de montrer les inégalités entre territoires puisque la technologie ne fonctionne que jusqu'à 4 km du central. Mais certains pourront avancer que de toute façon, seule la connexion haut débit *via* la fibre optique peut assurer durablement l'égalité d'accès, ce qui déclasse l'ADSL et les nombreux territoires qui ont adopté cette solution, au moment où la Corée du Sud par exemple devient leader toutes catégories en matière de fibre (FTTH et FTTB – *Fiber to the Home or to the Building* – car on peut connecter la maison ou le bâtiment et la différence de débit sera significative).

Dès lors, toutes les autres solutions techniques pour résoudre ces écarts entre territoires sont disqualifiées par avance, comme c'est le cas pour le Wimax, technologie hertzienne équivalente au wifi à longue distance, car ses qualités sont considérées comme inférieures à celles de la fibre.

Comme on le voit, les mesures d'une fracture territoriale dépendent largement des référents techniques que l'on choisit et du niveau d'exigence de qualité, ce qui rend ces choix eux-mêmes politiques : pour le même investissement, on peut choisir entrer équiper tout le monde d'une technologie un peu moins performante ou se concentrer sur un équipement d'excellence qui sera progressivement installé mais différé dans le temps et selon les zones. Par exemple, le choix d'implanter la fibre partout, qui suppose d'enterrer des réseaux, rend le dernier kilomètre très coûteux en milieu d'habitat rural dispersé et requiert alors une volonté politique remarquable car le marché n'investira pas ces créneaux résiduels. Lorsque des villages s'équipent eux-mêmes d'une antenne Wimax (ou de réseaux Mesh comme à Détroit), et qu'ils distribuent le signal ensuite avec de la fibre dans quelques dizaines de maisons, ils rouvrent le débat sur les possibles et redonnent du pluralisme aux stratégies d'investissement dans les infrastructures du numérique. De même, les « zones blanches » (zones de non-réception) de la téléphonie mobile appellent des solutions techniques coûteuses parfois mais supposent des choix politiques qui ne peuvent dépendre seulement des lois supposées du marché. Mais selon les réglementations (obligations de service universel, obligation de partage du réseau historique entre opérateurs dit dégroupage) ou selon l'état de la compétition entre opérateurs (plusieurs compagnies ou un oligopole bien soudé), les équipements peuvent évoluer rapidement.

Cela aussi rend les mesures de cette fracture numérique très peu fiables. En effet, si l'on prend comme critère la connexion à Internet sur ordinateurs, les retards des pays moins développés sont patents. Mais si l'on adopte le critère de leur connexion *via* mobile puisque les smartphones donnent accès désormais à Internet, les hiérarchies sont très différentes : la connectivité et surtout les taux de croissance des équipements sont largement plus élevés en Afrique ou dans les BRIC. Cela se comprend d'autant plus que de nombreux pays n'ont pas connu la diffusion de masse du téléphone fixe (qui n'a été atteinte qu'à la fin des années 1970 en France, rappelons-le), ce qui leur permet d'investir directement dans les équipements mobiles à moindres frais. Aujourd'hui le nombre d'utilisateurs de téléphones mobiles représente les trois quarts de l'humanité en 2017, pour un total d'abonnements qui dépasse le nombre d'êtres humains dans le monde (103,6 % en 2017 selon l'ITU [2018]).

D'autres indicateurs soulignent cependant l'origine américaine de ces technologies et l'avantage compétitif décisif qui a été pris durant les années 1980. Ainsi, les puissances de calcul sont sans commune mesure entre les seuls États-Unis et le reste du monde, qui, regroupé, ne ferait même pas jeu égal avec les États-Unis, malgré le rattrapage forcené dans lequel la Chine est engagée, puisqu'elle compte davantage de supercalculateurs en nombre dans le top 500 (229 en 2018 contre 108 pour les États-Unis, qui sont redevenus leaders en matière de puissance).

Ainsi encore, les serveurs racines des noms de domaine (.com, .gouv, .net, etc.), ont été distribués au début de leur création par l'ICANN selon des critères de « marché » pourrait-on dire, puisque sur les treize serveurs racines, dix étaient aux États-Unis, deux en Europe et un au Japon. Depuis, les réplications de ces serveurs ont été nécessaires pour diminuer les temps de latence des requêtes, ce qui a conduit à les distribuer non pas également mais en fonction de la demande constatée (avec, de ce fait, des inégalités toujours marquées).

Une fois ces constats faits, peut-on cependant parler de « fracture numérique » ? Certes ces asymétries entre pays constituent un enjeu géopolitique majeur et sont trop souvent sous-estimées et d'autant plus que les politiques publiques qui pourraient les corriger sont partout mises à mal. La gouvernance mondiale d'une telle infrastructure n'existe pas et dépend donc de l'intérêt des firmes concernées, sauf exception rare. Ne s'agit-il pas cependant d'une reproduction d'asymétries anciennes directement liées au

niveau de développement de chaque pays ? Parle-t-on d'une fracture ferroviaire, ou d'une fracture autoroutière pour rester dans cette métaphore, très réductrice, des réseaux de transports ? Les inégalités entre pays sont indéniables dans l'équipement numérique de base, elles changent cependant assez rapidement selon les critères adoptés mais elles reflètent largement les inégalités de développement.

Il conviendrait cependant de faire trois exceptions à ce constat de la reproduction. L'inégalité numérique en faveur des États-Unis amplifie considérablement les écarts entre puissances économiques et, si elle a des origines historiques, liées d'ailleurs aux investissements publics militaires massifs dans la puissance de calcul comme dans le nouveau réseau, cette asymétrie obère aussi l'avenir puisque les firmes qui tirent profit de ces avantages sont très largement américaines. La seconde exception est la Corée du Sud, qui, elle aussi, en raison de son montage industriel-étatique très particulier, comme en témoigne le statut d'un chaebol (conglomérat) comme Samsung, a fait des choix d'investissements publics et privés importants qui fournissent à sa population les meilleures conditions d'accès au numérique du monde. Enfin, troisième exception, la Chine remonte dans le classement des pays selon leur PIB mais elle remonte beaucoup plus vite en ce qui concerne la puissance de ses firmes technologiques et la diffusion d'usages avancés au sein de son public national puis sur les marchés internationaux.

Inégalités de diffusion dans le public

Plus souvent, la notion de fracture numérique est utilisée pour décrire du point de vue des utilisateurs ordinaires ou du public, les inégalités d'accès aux réseaux, les inégalités d'équipements, de pratiques ou de savoir-faire. Ainsi, l'étude de Pierre Mercklé et Sylvie Octobre [2012] part de l'utilisation d'un ordinateur pour constater finalement la diversité des usages qu'il convient de prendre en compte. De même, la traduction correcte sociologiquement de fracture numérique en « fracture de classe » se trouve certes confirmée mais en même temps contestée par une « fracture genrée » par exemple.

Comme on le voit, il n'est guère aisé de rendre compte avec les catégories traditionnelles de pratiques sans cesse changeantes bien qu'inévitablement contrastées socialement. Dans la confusion sémantique ainsi créée et selon le

principe égalitariste qui va de soi dans les discours politiques, il est fréquent de voir le terme de « démocratisation » employé à propos de l'accès aux ordinateurs, à un certain débit, à certains équipements plus spécifiques comme les tablettes ou les liseuses ou même les smartphones, voire encore à certaines applications, plateformes ou services. La sociologie de la diffusion, depuis Everett Rogers [1963], a pourtant proposé toutes les clés et les catégories pour penser ces processus d'innovation en termes de diffusion sans les confondre avec la dimension politique qu'implique le terme de « démocratisation ». Il devient en effet quelque peu surprenant de soutenir par une politique publique le marketing d'un constructeur d'ordinateurs, d'une suite logicielle ou d'un fournisseur d'accès en prétendant faire ainsi œuvre de « démocratisation ». Gageons qu'employer le terme de « démocratisation » pour la voiture serait ridicule sans parler du home cinéma, de la pratique du surf ou du robot mixeur.

La diffusion d'une technologie n'est rien d'autre qu'un processus de diffusion qui peut devenir très large selon certaines conditions mais qui n'a pas à être valorisé politiquement puisqu'à ce compte, posséder deux téléviseurs ou plus serait alors un sommet de démocratisation à défaut de posséder deux yachts ! Que la consommation soit inégale entre membres d'une société n'étonnera personne mais se révèle d'ailleurs plus difficile à prédire qu'on ne le pense car la distinction y joue un rôle non négligeable pour inciter à acquérir des produits qui valent indices d'un statut. La loi des marques, de la mode et de la distinction fonctionne aussi sur les technologies numériques, comme on le voit avec Apple. Doit-on pour autant démocratiser Apple en distribuant des macs dans tous les lycées ? Ce fut refusé en 1985 en France, malgré la suggestion de J.-J. Servan-Schreiber, et pour d'autres – mauvaises – raisons, au profit de Thomson et de ses TO7, MO5 et nanoréseaux, ce qui aboutira à sa sortie du marché de la micro-informatique en 5 ans. Pourtant le même arrière-plan idéologique de la « démocratisation » par la distribution d'équipements fonctionne encore lorsque des conseils généraux en viennent en France à distribuer des iPad, au coût prohibitif par rapport à la concurrence et malgré les résultats très mitigés des évaluations de la diffusion des cartables électroniques lancée dans les années 2000 [Collet *et al.*, 2005].

Culture savante et culture ordinaire en « *computer literacy* » : une fracture scolaire

La fracture numérique n'est en fait considérée comme essentielle et se voit attribuer tant de vertus démocratiques uniquement parce qu'elle est pensée sur le mode de l'alphabétisation (« *computer literacy* » devenue « *digital literacy* », évolution significative comme nous allons le voir). Les études sur ce plan sont nombreuses depuis les débuts de la micro-informatique [Mc Millan, 1996 ; Van Dijk, 2005], mais une forme de cadrage s'est effectué à ce moment qui oblige à penser la fracture numérique uniquement pour l'usage de l'ordinateur et dans une visée noble d'apprentissage, au sens scolaire du terme. Le problème est ainsi capté par le modèle scolaire qui lui applique ses critères en disqualifiant tout ce qui ne serait pas suffisamment éducatif, comme les jeux vidéo ou encore le téléphone portable (le pire étant donc les jeux vidéo sur portable !). Or, cette focalisation sur la culture savante augmente paradoxalement le problème qu'elle est supposée traiter car l'appropriation du numérique se fait dans la réalité par les jeux et sur les portables par exemple c'est-à-dire en dehors de l'école comme la plus grande partie de la culture populaire. La sociologie de l'école et du rôle de l'école dans la reproduction des inégalités sociales avait largement documenté ce phénomène de disqualification des savoirs non savants c'est-à-dire non conformes scolairement et ce processus se retrouve ainsi à l'œuvre dans la diffusion de la culture numérique. Toutes les technologies numériques peuvent d'ailleurs être classées dans cette opposition noble/vulgaire.

Tableau 2.1 Classements sociaux stérérotypés des pratiques numériques

Numérique vulgaire pour l'éducation	Numérique noble pour l'éducation
MP3	CD
P2P	Téléchargement légal
SMS	Téléphone
Chat et messageries	Mail
Photo (portable)	Texte (PC)
Blogs	Sites Web (autorités)
Séries télé téléchargées + YouTube	Télévision *broadcast* voire éducative
Jeux vidéo	Films

De même, parmi tous les usages mis en valeur par les innovateurs et promoteurs des technologies numériques, ce sont toujours l'éducation et la

santé qui sont mises en avant, notamment lorsqu'il s'agit d'obtenir les soutiens des pouvoirs publics. Or, ces marchés sont captifs et administrés, ce qui n'est pas le cas des jeux vidéo, des sites de rencontre ou de e-commerce par exemple. Ces activités sont de fait considérées comme moins nobles et ne devant pas faire partie d'une stratégie publique de réduction de la fracture numérique.

Dès lors, il conviendrait de questionner la catégorie même de « fracture numérique » : y a-t-il une fracture numérique pour l'usage du téléphone portable ? Pour la pratique du jeu vidéo ? Pour les téléchargements ? Pour les SMS ? etc. Non, même s'il existe bien sûr des différences. S'agit-il de différences socio-culturelles conçues habituellement comme explicatives par les sciences sociales ? Non, ce sont plutôt d'autres critères qui entrent en jeu comme les générations. Il serait sans doute plus juste alors de renommer cette fracture, « fracture scolaire », car c'est bien à l'aune de la culture savante telle que définie par l'école que l'on disqualifie certains usages et certains usagers, alors même qu'avec des critères différents, ils seraient considérés comme très à l'aise avec le numérique voire pionniers. Certes, l'expertise en Candy Crush (jeu sur Facebook puis sur smartphone, très addictif et devenu succès planétaire, 550 millions d'utilisateurs mensuels actifs en 2015 et 268 millions en 2018) ne vaudra guère face aux exigences de savoir-faire sur un tableur. Pourtant, les qualités de manipulation, de visualisation, de stratégie par exemple, sont des compétences que ces jeux peuvent améliorer, comme en témoigne la tendance générale à la « gamification » des applications et de l'éducation elle-même. Parfois même, le jeu vidéo devient une activité économique à part entière, comme dans le cas des « *farmers* » qui revendent des objets issus de mondes des jeux vidéo, comme sur Dofus [Vétel, 2018]. L'effervescence créée par le jeu en ligne et sur le site « Pokemon Go » lancé par la société Niantic en juillet 2016 (issue de Google et Nintendo notamment) est pourtant significative de la captation d'attention majeure permise bien au-delà des adolescents. Les rues, les immeubles et parfois les jardins privés furent envahis par des chasseurs de Pokemon, qui parfois faisaient grappe et sympathisaient ou rivalisaient, en suivant les indications de leur téléphone portable et de leurs GoogleMaps. La culture du jeu vidéo se transformait en exploration urbaine « gamifiée », bien loin des images des « *no life* » enfermés dans leur chambre jour et nuit. Cependant, comme le souligne S. Zuboff [2019], le principe opaque des « *sponsored locations* », la traçabilité très fine des comportements, la

collecte de données personnelles à cette occasion et la démonstration à échelle réelle que la *gamification* pouvait déclencher des comportements de masse font de cette innovation un prototype du capitalisme de surveillance.

Le seul fait que plus de la moitié de l'humanité se soit connectée à travers un téléphone portable devrait inciter à considérer ce terminal comme le terminal de référence de cette fracture numérique, au détriment de l'ordinateur qui fait de plus en plus figure d'outil professionnel [Boullier, 2001]. Les efforts que doivent faire ceux qui ne disposent pas de capital scolaire portent aussi bien sur l'utilisation du clavier au travail que sur le remplissage de formulaires [Pasquier, 2018]. Ainsi, acheter et vendre sur Le Bon Coin fait partie des pratiques économiques souvent contraintes mais qui constituent une activité habituelle et un secteur économique dynamique. Un numéro de la revue *Réseaux* [2018, n° 208-209] dirigé par Dominique Pasquier a été consacré aux « classes populaires en ligne » mais en général, la visibilité de toutes ces activités est négligée par rapport à des discussions très actives sur les *fake news*. De ce seul fait, la fracture éducative semble se renforcer et pourrait même constituer d'après E. Todd [2017], la nouvelle division en classes qui permet de rendre compte d'une forme de sécession culturelle et pratique que l'on observe aussi dans les pratiques numériques (variante de ce que S. Zuboff appelle la division de l'apprentissage, *division of learning*).

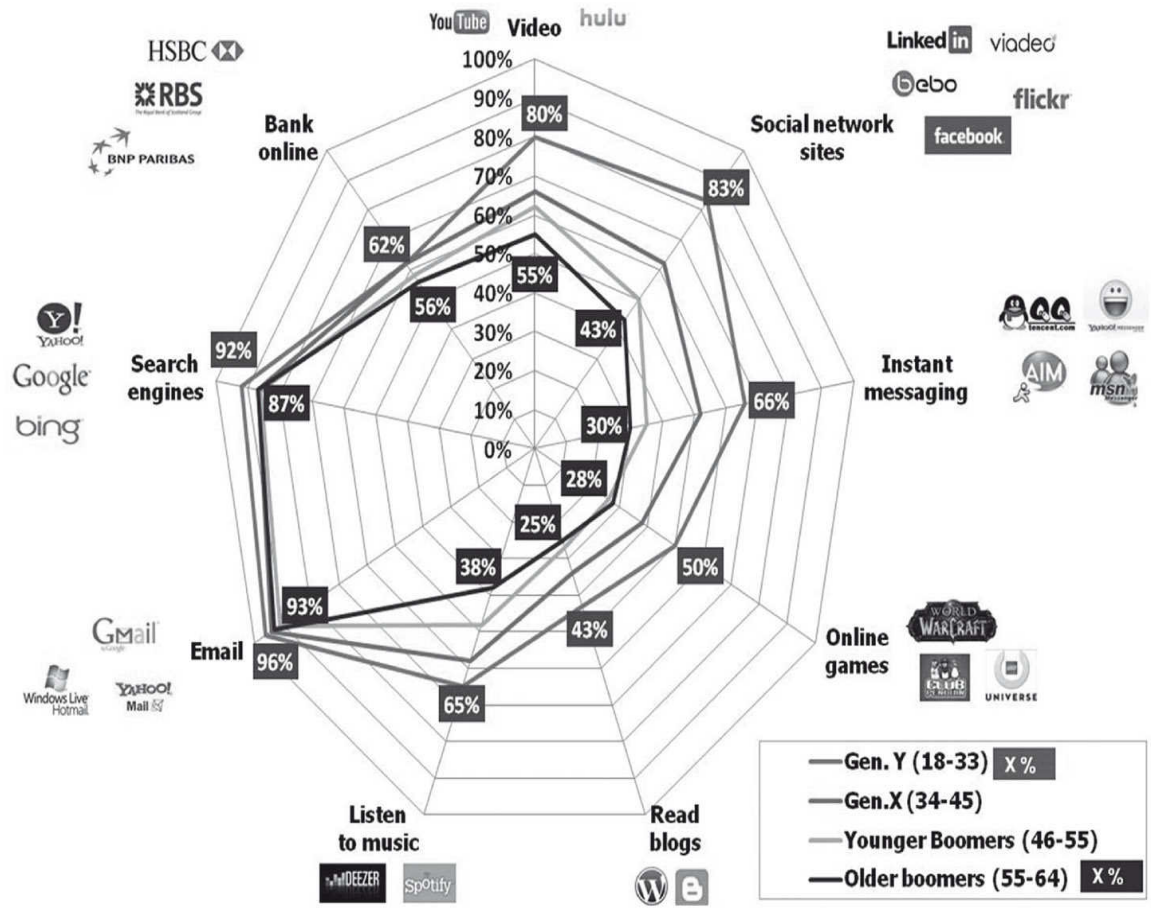
Fracture générationnelle ?

Les générations constituent une entrée assez spontanée dans l'étude de la fracture numérique, car il semble évident que les personnes âgées investissent moins dans l'apprentissage de ces outils alors qu'en revanche, les plus jeunes y baignent d'emblée et s'y meuvent avec une aisance naturelle. Là encore, il semble que l'on énonce ainsi une tautologie, aisément explicable par les travaux de sociologie de la connaissance par exemple. Enfants et personnes âgées n'ont pas connu la même socialisation primaire [Berger et Luckmann, 1966], n'ont pas baigné dans la même époque technologique. Or, le moment de l'enfance – et de l'adolescence en partie – est celui où les apprentissages se font par immersion : il suffit d'être placé dans un certain milieu pour s'imbiber, pour la raison très simple que le monde qu'on découvre ainsi est le premier, l'unique, l'évident, le naturel [Quentel, 1995]. Alors que l'adulte qui voit apparaître une nouvelle

technologie va non seulement devoir apprendre cette technologie mais surtout *désapprendre* les précédentes et notamment ses cultures techniques qu'on pourrait dire maternelles car elles sont acquises sur le même modèle que la langue maternelle, par immersion, par imprégnation, dit Gagnepain [1994]. Dès lors, cet investissement, cet effort pour désapprendre, devient de plus en plus coûteux avec l'âge, car les strates accumulées constituent autant de barrières à l'apprentissage du nouveau. Ce type d'effort n'a guère de rationalité économique pour l'agent individuel s'il considère sa durée de vie à venir ou simplement son mode de vie habituel qui peut se passer aisément de ces nouvelles applications, outils ou services, sauf lorsque toute solution par imprimé est supprimée par exemple, ce qui provoque la fracture par imposition d'un monopole technologique [Illich, 1973].

Il est donc vain de s'escrimer à vouloir changer des pratiques pour un gain modeste, de même qu'il est ridicule de s'extasier sur les compétences des enfants qui n'ont d'autres mérites que d'être nés dans un nouveau monde et de n'avoir connu que celui-là, ce qui leur économise le travail de désapprentissage. Plutôt que d'inégalités ou de fracture, il devient alors pertinent de parler comme Gagnepain de « styles » particuliers selon les générations par rapport à une compétence technique formelle, dans un sens équivalent aux langues dans leur rapport à la compétence linguistique formelle. Il devient même très difficile de suivre la mode des labels en « générations X, Y » ou des « *digital natives* » si on les réduit au point de vue du numérique. Les générations qui ont dû réparer au fer à souder leur ZX Spectrum des années 1980 ou celles qui devaient paramétrer à la main leur messagerie ou leurs téléchargements dans les années 1990 étaient sans aucun doute plus expertes dans l'usage et la compréhension du numérique que ne le sont les générations nées avec Facebook et toutes les plateformes comme toile de fond de leur vie ordinaire : l'interopérabilité de tous ces systèmes est telle en effet, que les problèmes sont plus rares, sauf lorsqu'ils veulent avoir un usage avancé de leur paramétrage ou de certaines fonctions.

Figure 2.2 L'écart d'usages du numérique en fonction de l'âge



Source : Pew Research Center.

NB : D'autres données plus récentes sont disponibles sur le site du Centre mais la visualisation n'est pas aussi évocatrice.

Les sciences sociales peuvent cependant rendre compte de ces différences de styles, cartographier leur étendue, suivre leurs évolutions, repérer les propagations de styles comme dans ce radar qui distingue toutes les activités en ligne selon les générations.

Autant les e-mails et les moteurs de recherche sont désormais des usages partagés par toutes les générations, autant les réseaux sociaux et les messageries instantanées signalent des écarts importants. Est-ce pour autant une fracture qui nécessiterait de lancer des campagnes publiques pour faire participer les plus âgés aux réseaux sociaux ? On peut douter que quiconque se lance dans cette opération qui apparaîtrait comme purement commerciale, pour la seule raison que les réseaux sociaux ne font pas partie des usages nobles, alors que l'e-mail en fait partie. Notons cependant que les écarts sont nettement plus importants, y compris sur les usages du mail, pour les générations seniors au-delà de 70 ans pour les raisons que nous avons déjà évoquées.

Ces décentrements en termes de styles sortent du cadrage des inégalités et permettent d'être plus attentifs à la spécificité des cultures, comme les *Cultural Studies* nous l'ont appris [Glévarec, Macé et Maigret, 2008]. C'est d'ailleurs sous cet angle que nombre d'études des pratiques du numérique ont été conduites, selon les générations notamment. Ainsi les travaux de Monique Dagnaud [2011] sur la génération Y dressent le portrait, non pas de la familiarité d'une génération avec le numérique, mais bien d'un style particulier dans l'usage des réseaux sociaux qui se transforme en attitude générale face à la vie, faite de dérision (la génération lol) et de subversion (le site 4chan par exemple). I. Bastard [2018] montre aussi comment les usages de Facebook de la part des adolescentes de milieux populaires sont moins exploratoires qu'on ne le pense, selon un modèle de l'adolescence qui expérimente, et que les risques de publicité des activités en ligne conduisent en fait à favoriser les liens forts.

De même encore, les usages des réseaux sociaux sont apparus très différents selon les générations sans que l'on puisse réellement parler de fracture. Danah boyd [2014] en a fait l'objet de nombreux travaux et a montré comment cet intérêt pour les réseaux sociaux relevait des mêmes façons d'être ensemble à l'adolescence observées dans les groupes de pairs dans les quartiers. « *Hanging out* » (ou *trainer*) [Ito *et al.*, 2009] se fait désormais non plus en bas des tours mais sur les réseaux sociaux. Cela reste difficile à penser pour les adultes qui observent ces jeunes qui ne font rien, mais qui aiment être ensemble, échanger, plaisanter, etc. Le même écart générationnel existait déjà dans l'usage de l'espace public et dans le choix des activités. Lorsque ces mêmes pratiques sont descendues dans la rue avec les apéros Facebook en France en 2009, il est alors apparu que ce mode d'existence adolescente avait gagné d'autres générations et qu'en tout cas, les réseaux sociaux étaient devenus une force sociale incontournable. Cependant, les évolutions sont là aussi rapides et obéissent à des lois de distinction. Myspace était prisé par les adolescents au début des années 2000 et étudié par danah boyd [2006] comme l'équivalent d'une chambre d'ado, Facebook a pris la place et Myspace s'est dépeuplé. Désormais les plus jeunes générations commencent à quitter Facebook où ils trouvent même parfois leurs parents (un comble !) pour se rencontrer sur Instagram, Tumblr ou Snapchat, éphémère à souhait. Avant que d'autres plateformes déclassent les précédentes. Mais les risques réputationnels sont devenus de plus en plus sensibles comme le montre M. Déage [2018] en étudiant les usages de

Snapchat chez des collégiens. La presse s'est faite l'écho de nombreuses affaires de harcèlement en ligne qui ont fini par sensibiliser même les plus explorateurs des adolescents.

Politiques publiques de réduction de la fracture numérique

On comprend mieux qu'il soit difficile pour les sciences sociales de suivre les politiques publiques sur un terrain aussi mal défini, qui plus est orienté d'emblée et *a priori* vers des solutions de compensation, d'équipements, etc. Certaines études l'ont fait cependant en questionnant la catégorie de fracture sociale (voir le numéro de la revue *Réseaux* dirigé par Alain Rallet en 2004). D'autres ont traité la question des politiques des espaces de formation au numérique qui se sont développés à toutes les époques de l'innovation numérique (par exemple Plantard *et al.*, 2011, pour les points d'accès dits PAPI) et la question du suivi des effets de ces politiques fait partie des missions de certains observatoires comme le GIS Marsouin en Bretagne ou le conseil d'analyse stratégique. Souvent, les sciences sociales se trouvent alors conduites à proposer des solutions (comment réduire la fracture numérique ?) dans un cadre souvent mal défini comme nous venons de le voir.

Les solutions elles-mêmes vont mobiliser des cadres anciens de l'action publique qui ne font que confirmer ce qui a déjà été observé pour les politiques de la ville par exemple [Donzelot, 2003]. Alors qu'aux États-Unis l'accent est mis sur l'*empowerment* de communautés qui conduisent des actions pour générer des « leaders » dans une ville (*cf.* les actions de la ville de Chicago), en France, est toujours privilégié l'équipement de zones urbaines qualifiées « à risque » ou « en déficit », c'est-à-dire une politique de territoires administrés *a priori*, indépendamment des dynamiques locales. Lorsque ces politiques sont conduites et observées dans des pays du Sud, les recherches dites de « *social informatics* » notamment mettent systématiquement l'accent sur cet *empowerment* des communautés, comme c'est le cas avec Viva Favela ! à Rio [Sorj, 2001], avec la microfinance équipée par les téléphones portables au Bangladesh avec la Grameen Bank ou encore avec les réseaux de santé comme Pesinet.org en Afrique [sur tous ces aspects, voir Kiyindou, 2009]. L'enjeu n'est plus alors de diffuser des techniques, ni les plus performantes mais de résoudre un problème (crédit, prévention infantile) avec les technologies disponibles. La formation à

l’usage de base des dispositifs numériques constitue cependant encore une activité majeure des associations, comme le fait par exemple Emmaüs Connect en France, quels que soient les aléas des politiques publiques.

Comme on le voit, la fracture dans ces pays présente bien d’autres aspects que numériques mais le numérique peut sans nul doute être conçu et organisé pour traiter bien d’autres inégalités, à condition de s’appuyer sur les communautés, de penser organisation avant de penser technologie, et d’accepter d’utiliser les techniques disponibles et donc souvent « *low-tech* » et non d’installer des vitrines des politiques publiques numériques. Il faut noter que les travaux de « *social informatics* » initiés par Rob Kling [1982, 1983] étaient centrés à l’origine sur les organisations et leurs cultures. Les approches contemporaines se sont étendues à une approche plus classique des cultures au sens anthropologique, centrée sur les enjeux de développement dans les pays du Sud : ces travaux sont alors souvent labellisés « *community informatics* » et mêlent souvent études et interventions sur le terrain. L’intérêt est alors moins de vérifier les accès à l’informatique comme ce serait le cas dans une approche de « fracture numérique » mais de comprendre l’appropriation de ces dispositifs (« *effective use* » [Gurstein, 2000]) dans des approches souvent labellisées « *grassroots* » et « *bottom-up* », assez peu compatibles avec les traditions des politiques publiques françaises.

Chapitre 3

Le numérique, technologie cognitive

Que le numérique soit une technologie, personne le contesterait, pas plus que l'idée selon laquelle il possède une dimension cognitive, puisqu'il traite de symboles et de signes, au point de nous faire confondre parfois allègrement langage (humain) et langage (code informatique). Mais cela ne permettrait pas de prendre la mesure de cette dimension propre des « technologies cognitives » que le numérique amplifie lui aussi. Nous ne reviendrons guère sur le calcul, déjà abondamment traité, mais il conviendra de garder cette dimension en permanence à l'esprit : toutes les manipulations des signes et des symboles permises par le numérique sont nouvelles et perturbatrices car elles reposent sur du calcul, et du calcul dynamique en un temps non perceptible à l'humain, le plus souvent, comme dans le cas de l'affichage sur un écran qui suppose un rafraîchissement constant et calculé pour maintenir l'effet de permanence [Bachimont, 1999].

Cependant, grâce à ce calcul, à cette puissance propre du calcul, augmenté lui-même de la mise en réseaux généralisée, ce sont bien certaines technologies cognitives qui sont particulièrement amplifiées et qui méritent de ce fait notre attention. Jack Goody [1979] a fourni les bases de la pensée anthropologique des technologies cognitives et d'autres comme Edwin Hutchins [1995] l'ont prolongée pour des systèmes plus complexes. Nous nous focaliserons sur les listes, les tableaux et les cartes, qui se trouvent chacun amplifiés en tant que programmes, bases de données et systèmes d'information géographiques, car ils constituent à eux trois la plus grande partie des changements dans nos façons de penser et ils peuvent pénétrer quantité de domaines.

Qu’est-ce qu’une technologie cognitive ?

Le concept repose sur une observation empirique héritée des anthropologues, prolongée par les ergonomes et mise en forme théorique systématique dans des approches comme celle de la sociologie des sciences [Akrich, Callon et Latour, 2006] : il n’existe pas de savoirs sans support matériel, que ce soit pour leur élaboration, leur mémorisation, leur discussion ou leur circulation. Cette simple règle méthodologique change beaucoup de choses dans toutes les approches des représentations qui envahissent la sociologie en exploitant abusivement souvent les approches de Durkheim [1912] : les « catégories » par exemple sont ancrées dans des dispositifs techniques et ne peuvent en être détachées sous peine de perdre la compréhension de leur genèse et de leur pouvoir d’agir. Ce principe qui prend au sérieux ce que font les artefacts contredit ainsi une vision de « la société » dont les catégories s’imposeraient aux humains sans médiations, mais il contredit aussi les visions positivistes du cerveau qui serait le seul centre de commandes de nos activités cognitives.

En effet, comme l’a amplement démontré Hutchins [1994], notre activité cognitive est distribuée entre diverses entités que sont d’autres parties du corps, d’autres cerveaux humains et des dispositifs techniques : c’est la circulation entre ces éléments qui produit la connaissance comme « le cockpit se souvient de ses vitesses » (pour l’atterrissage) grâce à des échanges constants entre pilotes, manuels, indications externes et automatismes. Pour lui, « faire le point » sur les bateaux les plus traditionnels comme sur les porte-avions de l’US Navy « est accompli par la propagation d’états représentationnels à travers une série de médias représentationnels ». Double face, donc, matérialité et information qui sont à la base de toutes les théories sémiotiques mais qui méritent d’être rappelées pour situer le rôle joué par la mutation numérique. Si Hutchins nous a permis de comprendre que la connaissance (et non seulement les savoirs) n’est pas seulement « dans la tête des gens », il prolongeait ainsi une approche fondée par Goody pour qui l’écriture n’était pas avant tout une transcription de la parole (comme si la technique ne faisait « que » reproduire ce qui était né dans le cerveau). La « raison graphique » qu’il

mettait en évidence croisait habilement, dans cette expression proposée par son traducteur, l'amplification de rationalité et sa spécificité apportée par l'écriture, dès lors qu'on observait sa genèse d'un peu plus près. Les traits de cette histoire de l'écriture sont si parlants pour le numérique qu'il nous faut en rappeler quelques éléments clés.

L'écriture, technologie cognitive

Si on date l'apparition de l'écriture de l'ère mésopotamienne aux environs de 3400 avant J.-C., ses formats initiaux sont très instructifs sur cette technologie cognitive qui a produit ce changement décisif dans l'existence des humains. Les « *calculi* », ces cailloux rassemblés dans des bulles en terre, ont été la première forme de combinatoire qui a fait émerger l'écriture : ce sont des formes de comptabilité des biens et plus particulièrement des têtes de bétail, que l'on pouvait encapsuler dans une bulle et labelliser selon le nom du propriétaire. Le calcul est déjà là, la propriété aussi et l'État lui-même font leur apparition avec la gestion des surplus agricoles possibles dans cette riche région qu'est la Mésopotamie. Pourtant, au-delà de ces analogies trop tentantes, Goody indique plusieurs marques fondatrices de l'écriture. Dès ses origines, cette activité comptable produit des formats de présentation de l'information qui ont persisté jusqu'à nos jours : la liste et le tableau. L'histoire de l'écriture ne peut ainsi être réduite à la transcription de l'oral, même si cette dimension jouera un rôle essentiel dans la formalisation des langues elles-mêmes puisqu'elle permettra une réflexivité sur la langue jusqu'ici inédite, comme l'a montré Sylvain Auroux [1994]. Les traces écrites, les inscriptions rendent visibles et manipulables les règles de la langue elle-même, la grammaire. De ce fait, d'autres auteurs comme Herrenschmidt [2007] ou Garapon et Lassègue [2018] préfèrent situer le saut cognitif et politique au moment de l'écriture alphabétique vocalo-consonantique grecque puisque la graphie des voyelles permet de tout lire, même sans comprendre, et pose les bases d'un atomisme linguistique qu'on trouvera ailleurs dans les prémisses des sciences puis de la combinatoire numérique.

Pour Goody, cependant, la liste mérite une plus grande attention car elle présente plusieurs propriétés cognitives essentielles particulièrement productives :

– discontinuité ;

– suppression de la phrase ;
– mise en ordre ;
– catégorisation ;
– navigation (rapide, de haut en bas).

Mieux même, la liste tend à l'exhaustivité, tout au moins dans l'esprit du lecteur dès lors qu'un titre prétend annoncer ce que contient la liste. Chacun s'attend à y voir figurer tout ce qui compose l'entité affichée en titre : tous les membres de la classe, toutes les pièces à réunir pour un dossier, toutes les conditions à remplir pour atteindre l'étape suivante, etc. Ce qui ne se vérifie pas toujours mais qui donne le pouvoir de synthèse perceptive propre à la liste qui permet d'un seul coup d'œil parfois la saisie d'un tout et de ses parties. Un tout qui serait de plus ordonné, selon un principe que le lecteur supposera toujours présent, selon des critères d'antériorité, d'importance, de procédure, ou par défaut d'ordre alphabétique. Les procédures sont elles-mêmes des listes, organisées visuellement comme telles et leur ordre importe au plus haut point. Or, de quoi se constitue un programme informatique si ce n'est de *listes* d'instructions qui doivent être répétées dans un ordre strict ? L'algorithme et ses lignes de codes reposent ainsi sur une technologie cognitive fort ancienne, la liste, et démontrent ainsi sa puissance durable.

Pour les experts, lire des lignes de code, c'est immédiatement repérer des règles d'enchaînement, des hiérarchies, car des sous-listes sont visibles qui indiquent que l'on a affaire à des opérations encapsulées dans le code, dont on pourra faire des « objets » dans des langages de plus haut niveau. La moindre faute dans la présentation de la liste rend le code inopérant. Lorsque l'on propose de former tous les élèves au code, on dit finalement qu'il faut leur apprendre à lire et à écrire des procédures et à utiliser et à repérer les formats graphiques pertinents, ce qui pourrait se faire indépendamment de l'informatique par ailleurs. L'algorithmique comme écriture et comme logique est sans doute la clé, bien plus que le code. Le numérique amplifie donc de façon considérable notre tendance à mettre le monde en listes, en procédures et nous force d'une certaine façon à respecter leurs prescriptions.

Le tableau n'a rien d'extraordinaire lorsque le principe de la liste est établi. En effet, comme le dit Goody, un tableau n'est rien d'autre que des listes en relation (sous forme de colonnes et de lignes). Mais ce seul rapprochement produit un nouveau cadre cognitif qui a une puissance

propre. Ainsi, selon Goody toujours, un tableau entraîne notamment une catégorisation plus forte car chaque ligne et chaque colonne doivent être clairement distinctes de leurs voisines : une notion ne peut pas chevaucher plusieurs colonnes alors que comme pour la tomate, la discussion est pourtant permanente sur son statut de fruit ou de légume. Forcer la catégorisation tranchée, cela constitue une réduction par rapport au fonctionnement du langage qui autorise en permanence l'ambiguïté ou les frontières floues mais cela constitue un avantage lorsqu'il faut ordonner le monde ou plus encore lorsqu'il faut le calculer. Mieux même, le tableau permet de rendre visible une infinité de relations entre catégories parce qu'elles sont spatialement placées en voisinage et pourtant bien distinctes.

La cohérence d'un tableau peut alors être rapidement mise à l'épreuve en comparant les catégories des lignes et les entités placées dans les cases correspondantes. Les catégories elles-mêmes peuvent alors être questionnées et c'est pour cela que le tableau constitue un outil heuristique de premier plan. Le schème organisateur est rendu perceptible, le tout apparaît comme structuré en relations constitutives que l'on peut tester en vérifiant si les parties (les inscriptions dans les cases) sont bien adéquates à ces relations. Or, celui qui pratique un peu le code HTML a pu remarquer comment les structures des pages produites ressemblent à des tableaux. Aux débuts de l'HTML, il était encore possible de penser qu'il s'agissait seulement d'artefact de présentation visuelle de l'information, alors qu'il s'agissait déjà, à travers le balisage, de catégorisation des espaces et des informations.

Désormais, avec les CMS (*Content Management Systems*) qui sont au cœur de la production des sites Web, c'est bien dans une base de données que sont saisies les informations qui, selon les catégories (balises) qui correspondent à leur statut, se retrouveront publiées sous un certain format. La base de données constitue la version amplifiée numériquement du tableau, comme l'ont montré Bowker [2006] et Bowker et Star [1999] et constitue de ce fait un dispositif de classement et de catégorisation qui œuvre en propre. En effet, l'architecture de la base de données fait l'objet d'une analyse préalable qui permet de discuter de la validité de toutes les catégories (les colonnes et les lignes du tableau) et de toutes les relations possibles (les calculs entre les entités ainsi produites) [Beltrame et Jungen, 2013]. Mais une fois qu'elle est produite, la base de données ne peut être remise en cause en permanence et elle finit par imposer son cadre de pensée

à chaque opérateur à tel point que, par effet de l'habitude, on finira par considérer comme allant de soi, comme naturelles, les catégories que l'on manipule, qui finissent en fait par nous manipuler. Ces techniques d'écriture sont ainsi au cœur du numérique et Clarisse Herrenschmidt [2007] a considéré que le numérique devait même être pensé comme technique d'écriture comme le furent l'imprimé et la monnaie. Le rapprochement avec la monnaie est intéressant car elle permet et entraîne aussi l'extension du calcul, ce qui évite de réduire l'écriture à l'oral.

Cependant, avec le numérique en réseaux, un nouveau mode de visualisation s'impose qui pourrait remettre en cause la puissance de la liste et du tableau comme modèle organisateur de nos façons de penser augmentées par le numérique. En effet, les *liens* disponibles sur toute « page » (un terme issu de l'imprimé et sans grand sens, rappelons-le) depuis l'avènement du Web produisent un effet de réseau qui ne se réduit ni à la liste ni au tableau. Ces liens permettent notamment la navigation par *serendipity* qui pourrait représenter une amplification d'une autre modalité cognitive. Le terme fut forgé par Horace Walpole en 1754 inspiré par un conte persan parlant des princes de Serendip (ancien nom de Ceylan). Leur capacité à induire l'existence et le parcours d'un chameau qu'ils n'avaient jamais vu à partir d'indices faiblement reliés fut ainsi désignée comme un équivalent d'une découverte au hasard ou de *sagacité accidentelle*. Pour notre époque numérique, c'est la puissance propre du lien qui est mise en évidence, plus que celle du calcul. La pensée en réseaux doit être considérée comme une des technologies cognitives qui n'a pas encore donné toute sa puissance mais qui s'avère très prometteuse tout en étant politiquement fort déstabilisatrice des institutions, qui produisent ce que nous appelons des enveloppes, des conteneurs. Les visualisations de réseaux sont devenues centrales pour observer le Web, comme l'a montré l'un des pionniers de ces méthodes en France, Franck Ghitalla [2004], mais aussi tout ensemble de documents.

La sociologie des réseaux voit ainsi ses catégories reprises dans des environnements plus ouverts et non complets (ponts, trous structuraux de Ronald Burt [2004, 2005], par exemple). Les conventions cognitives ne sont pas encore vraiment stabilisées et produisent ainsi cette effervescence créative qui désoriente le lecteur ou le navigateur, lorsque des formes plus molles en sont proposées comme les nuages de tags [Boullier et Crépel, 2009] ou lorsque la hiérarchie des catégorisations n'est pas assez perceptible.

Mais l'exigence de traitement de masses de données en liaison avec le *Big Data* ne peut que renforcer cette demande de conventions pour entrer et naviguer dans les données par des formats de réseaux, quel que soit par ailleurs le calcul effectué en arrière-plan (toutes ces visualisations de réseaux ne sont pas nécessairement issues de graphes au sens mathématique).

La carte comme technologie cognitive

L'omniprésence des cartes dans l'univers numérique constitue une évolution marquante que Google a largement contribué à favoriser avec ses Google Maps, mais qui suscite aussi l'engouement des développeurs en *open source* comme le montre l'essor de *Open Street Maps* (OSM). Nous parlons ici de cartes à caractère topographique, c'est-à-dire mobilisant des références et un ancrage dans des coordonnées topographiques et non de toutes les cartes du Web, cartes sémantiques ou cartes des controverses qui relèvent plus du mapping en général que de la carte au sens strict en français. Nous présenterons les points importants de ces technologies dans le chapitre 5 où nous analysons les SIG, systèmes d'information géographique et du GPS, carte orientée action et non mémoire ni analyse.

Reprenons uniquement pour l'instant ce qu'il faut pour faire une carte, pour mieux mesurer l'écart avec les cartes ordinaires qui sont proposées sur le Web actuellement et pour observer ce que les SIG font gagner. Pour faire une carte, il faut un espace de référence (géoréférencement), une échelle, un principe de transposition espace/carte, une métrique, un thème, une légende (une sémiologie graphique). Mais sur la base de ces principes, la carte permet de faire et surtout de penser ou mieux encore de faire faire. La carte offre la simultanéité cognitive entre informations hétérogènes et pourtant rendues compatibles et interprétables car ancrées dans les mêmes références topographiques. Les points de vue proposés traditionnellement sont le plus souvent zénithaux (en surplomb) ou en élévation mais sans vue subjective qui, par définition, supposerait une cinématique et ferait perdre de vue la simultanéité. N'oublions pas non plus qu'implicitement, l'espace ainsi représenté est supposé euclidien et donc continu. Or, une carte dynamique permise par les technologies numériques et notamment les SIG permet non seulement de reproduire les mêmes principes et de les amplifier mais aussi d'exploiter d'autres principes. La séquentialité des affichages et les effets

cinématiques mobilisent le temps, soit comme objet de représentation reproduit dynamiquement (là où il fallait plusieurs cartes juxtaposées auparavant) soit comme processus d'exploration à travers des « zooms » et des « pans » notamment. Les échelles et les proximités sont ainsi redéfinies par les parcours, ce qui rend la construction du regard plus apparente et non plus soumise à celle du cartographe uniquement.

Plus important encore, la sélection des informations en couches, chacune porteuse d'un type particulier d'informations, permet de circuler entre points de vue selon les informations choisies et de les combiner à volonté. La carte n'est plus une représentation donnée qui s'impose, elle se propose à l'exploration, voire à la contribution dans certains cas comme dans OSM. La capacité d'un tel dispositif à faire penser à la fois de façon analytique (les couches) tout en produisant des synthèses (la simultanéité de la carte) constitue une ressource très attractive pour tous les systèmes d'information urbains. Ces dispositifs et leur présentation en 3D sont directement utilisés dans les présentations de projets urbains ou dans les débats publics et contribuent à mettre en forme les cadres (*frames*) de pensée des problèmes (*issues*) discutés. Il est souvent difficile de s'affranchir de leur puissance de naturalisation lorsque les visualisations deviennent « plus vraies que nature ». La carte ainsi amplifiée, même si elle s'en trouve souvent simplifiée, n'a donc rien d'anodin et constitue une des ressources fondamentales de tout le numérique en réseau. Son rôle clé est encore accentué par les recherches de corrélations effectuées dans le *Machine Learning.* Tout se passe en effet comme si la référence spatiale pouvait fournir une « *ground truth* », c'est-à-dire la connaissance de base certifiée que l'on recherche dans l'apprentissage supervisé. Les corrélations fondées sur des données de géolocalisation sont en effet les plus immédiatement parlantes et aisées à valider, comme on le voit pour la police prédictive [Benbouzid, 2018] même si les rapprochements par la co-présence spatiale peuvent aboutir à l'oubli de nombreuses variables intermédiaires.

Par ailleurs, on peut s'étonner des limites des visualisations topographiques euclidiennes quand il existe désormais des possibilités beaucoup plus créatives de re-traiter la topographie [Lévy *et al.*, 2016]. Ces auteurs montrent des cartes qui prennent en compte la topologie du point de vue de l'activité d'un acteur pour restituer sa pratique de l'espace. Ils proposent aussi des cartogrammes différenciés, dont les anamorphoses se

calent sur la densité de population des espaces, ce qui change tout lorsqu'ils présentent les résultats électoraux de la Suisse en ne prenant plus en compte les espaces inhabités. Les effets cognitifs puissants d'une carte sont ainsi délibérément « dénaturalisés » (alors qu'il s'agissait pourtant aussi d'une convention topographique) pour rendre lisible le point de vue. Ils proposent ainsi le principe de « fonds de cartes rhizomatiques » qui inverseraient la tendance portée par les GoogleMaps orientées action et non analyse.

Cadres de perception et conventions sémiotiques et esthétiques

Certaines des mutations que nous expérimentons sont plus difficiles à penser que d'autres car elles sont la forme même de notre pensée, ce qui nous fait penser sans qu'on puisse même l'observer tant ces postures sont devenues naturelles. Les conventions portées par le numérique peuvent être encore instables, il n'en reste pas moins que nos cadres de perception, nos guides sémiotiques et nos jugements esthétiques sont déjà affectés, déstabilisés, voire déjà emportés par de nouveaux cadres concurrents. Penser la grammaire d'une langue supposait l'écriture, disions-nous. Sans doute, fallait-il le numérique pour penser au niveau le plus élémentaire nos perceptions et nos cadres esthétiques. La rupture introduite par le numérique porte sur une supposée continuité entre nos représentations et le monde. Tous les constructivistes de tout temps n'ont eu de cesse de montrer que nos cadres de pensée, depuis le langage lui-même, n'opéraient que dans une rupture, dans une analyse ou à travers des médiations [Gagnepain, 1994 ; Latour, 1994].

Pourtant l'évidence restait d'une continuité, d'une adéquation miraculeuse dont on évitait de questionner les fondements pour pouvoir se reposer sur un garant, le monde. Or, avec le numérique, l'utilisateur le plus ordinaire peut faire l'expérience d'un trucage sur Photoshop, d'une distorsion des sons et de toute perception, d'une décomposition élémentaire qui permet recombinaison à l'infini, d'un test de paramètres d'une application quelconque qui change totalement la vision du monde que l'on supposait « reproduit » par nos instruments analogiques.

Le langage des nouveaux médias

Lev Manovich [2001] a bien mis en évidence toutes les ruptures qu'introduisent les nouveaux médias dont il étudie l'équivalent d'un langage. Selon lui, la représentation numérique provoque plusieurs glissements qui peuvent entraîner des ruptures perceptives et esthétiques :

– le numérique fait passer toute représentation du continu au discret (c'est le principe même du codage binaire en 0/1) ;

– le numérique étend la modularité à tous les objets (la structure fractale des nouveaux médias : chaque objet est fait de parties qui gardent leur indépendance) ;

– le numérique développe l'automatisation, grâce à l'utilisation d'agents qui permettent la réutilisation d'objets médias plutôt que la création ;

– le numérique développe aussi la variabilité (qui produit cet effet de média liquide ou mutant) lorsqu'un même site peut varier selon la vitesse de connexion.

Enfin le transcodage devient la règle entre médias, la séparation entre algorithmes et structure de données permet d'appliquer des traitements similaires à des objets très différents. À tel point que, selon lui, les bases de données média constituent une forme culturelle en tant que telle (une forme symbolique au sens de Panofsky), ce qui le conduit désormais à explorer ces bases grâce à des techniques de *Big Data* pour y repérer des *patterns*, des tendances comme sur des millions de mangas ou de clichés Instagram de la place Taksim [Manovich et Hochman, 2013]. C'est donc dans le code même, dans les propriétés techniques du numérique que s'amplifient des possibles qui vont affecter nos traditions culturelles. Cependant, Manovich n'est pas un gourou qui prétendrait que le numérique fait table rase du passé. Au contraire, il a cherché à produire une archéologie du numérique en identifiant trois traditions qui sont amplifiées par le numérique et qui persistent dans le langage des nouveaux médias.

– **L'imprimé :** plusieurs indices en attestent : la page rectangulaire verticale (alors que l'écran est horizontal et issu du tableau et des conventions de représentation du paysage), les colonnes, les illustrations, les graphiques dans le texte, les pages qui se suivent en séquence, les tables des matières, les index, etc.

– **L'audiovisuel (et le cinéma en particulier) : l**a caméra mobile, la représentation dans l'espace, les techniques d'édition (tables de montage), les conventions narratives, l'activité du spectateur.

– **L'interface homme/machine (ou la tradition du panneau de commande) :** les manipulations d'objets sur un écran, les fenêtres qui se recouvrent, la représentation iconique, les menus dynamiques, toutes choses qui ont été inventées bien avant les usages ordinaires du

numérique dans des panneaux de commande analogiques puis numériques pour des machines.

Reprenons quelques traces de cette influence de l'imprimé sur le numérique. La « page » Web est issue de l'imprimé mais lorsque le *scroll* est aussi utilisé, il reprend alors la tradition du *volumen*, du rouleau qui précédait le *codex*, notre livre avec ces pages reliées. Les notes de bas de page ainsi que toutes les citations doivent être considérées comme les précurseurs des hyperliens qui connectent des documents entre eux, ainsi que l'a bien compris la scientométrie qui réalisait des études de citations et de références bien avant le numérique contemporain et qui a même servi de base à toute la science du Web avec Kleinberg. Cependant, la dépendance stricte de la note de bas de page vis-à-vis du texte de la page montre en même temps ce que le numérique amplifie car il rend cette interconnexion extra-documentaire. De même, l'influence du cinéma sur le numérique se repère dans toutes les techniques de spatialisation : les zooms, pan, tilt, track sont tous utilisés dès que des documents dynamiques sont exploités. Les métaphores du cadre, de la fenêtre ou du miroir étaient déjà utilisées pour penser l'écran du cinéma et continuent à faire sens dans les environnements numériques. Les contrôles de caméra reprennent tous ces éléments dans les consoles de jeu et font désormais partie du « *hard* » de leur conception, d'un pré-requis. L'influence des interfaces homme-machine sur le numérique se repère dans l'emprunt de métaphores issues de l'environnement physique de travail comme le « bureau » ou les contrôles de commande du magnétoscope transposés tels quels sur les visionneuses de vidéos sur le Web.

Enfin, lorsque Manovich évoque le transcodage, il fait précisément référence à des modes d'opération qui sont transversaux à tous les médias numérisés au point de passer parfois dans le langage courant : couper/copier/coller/chercher/monter/transformer/filtrer, auxquels nous pourrions ajouter mixer, poster, encapsuler, etc. Ces cadres de manipulation de tous types de documents constituent nos conventions cognitives partagées, les moins explicites car les plus quotidiennes et surtout loin de concepts ou de procédures sophistiquées : ce sont des opérations élémentaires tout aussi puissantes que la liste et le tableau qui sont considérés comme allant de soi. Ces conventions existaient souvent auparavant mais ont désormais migré sur tous les supports car le numérique les a unifiées comme produits d'un même principe d'encodage/décodage.

Bruno Bachimont [1999] signale cependant une différence majeure entre l'écriture papier et l'écriture numérique : les conventions de lecture qui ont été établies grâce à l'alphabétisation ont été très coûteuses si l'on songe aux siècles nécessaires et aux investissements scolaires réalisés. Mais l'imprimé garantissait une immédiateté de l'accès au support car le support d'enregistrement (l'imprimé, le livre qu'on imprime) était en même temps un support d'appropriation (la page, le livre qu'on lit). Or, avec le numérique, un appareillage très lourd et coûteux devient indispensable pour s'approprier ces contenus produits avec d'autres outils. La garantie de l'accès ainsi que sa pérennité ne sont plus assurées, que l'on songe à l'obsolescence des supports numériques, à leur dépendance énergétique ainsi qu'à la multiplication des versions de codec pour visionner une vidéo par exemple. Nous ajouterons que l'alphabétisation réalisée grâce à l'imprimé semble seulement en apparence avoir été transférée sur le numérique. Les modes de publication dominants que sont la vidéo ou le site Web par exemple relèvent en fait d'une autre alphabétisation qui est essentielle dans la « *computer literacy* » sans être résumée à l'apprentissage du code. Les supports semblent certes identiques aujourd'hui et certaines conventions de manipulation se transposent aisément alors que les supports analogiques étaient différents selon les formats sémiotiques. Pour autant, cela ne signifie pas que lire une image ait beaucoup progressé dans la culture de masse et l'école n'a guère pris cet élément en considération dans ses programmes.

Enfin, Yves Jeanneret et Emmanuel Souchier [2005] ont aussi posé des bases différentes, plus nettement sémiotiques, pour une analyse de cette spécificité d'une écriture et d'une lecture sur écran en forgeant un concept pour les différencier, les « écrits d'écran », où la transition avec l'image est plus nette.

Le règne de l'image et de l'immersion

L'omniprésence de l'image grâce à la puissance de circulation des réseaux pourrait à elle seule constituer une des mutations majeures de nos représentations communes. Quel support de publication (média, blog, formation en ligne, etc.) pourrait se priver de vidéos dès lors qu'elles deviennent le mode dominant de captation de l'attention ? Pourtant, leur effet de ralentissement sur la prise de connaissance est indéniable puisque

l’expérience du spectateur est alignée sur la durée de projection du contenu, contrairement à une page écrite que l’on peut apprendre à scanner en lecture rapide. Nous reviendrons sur ce point dans le chapitre sur l’écriture et la publication car l’avenir du livre est en jeu dans ce basculement général vers l’image animée. Cependant, une autre mutation plus radicale encore nous paraît devoir être soulignée, celui des cadres de perception eux-mêmes, qui ont été forgés pendant six siècles avec la perspective et qui se trouvent concurrencés par l’immersion.

Comme souvent, un changement technique radical nous oblige à revisiter ce qui était devenu quasiment naturel au moment même où il va sans doute affronter sa plus grave crise. Pourtant, cette perspective a été pensée et théorisée par Alberti dès le xve siècle au moment même où elle s’imposait dans les pratiques et d’autres auteurs ont continué à penser cette « forme symbolique » comme l’appelle Panofsky [1991]. L’auteur distingue en effet « l’espace agrégat » du Moyen Âge (qui repose plus sur une narration qui guide le parcours dans l’espace du tableau dont tous les éléments sont présentés sur un même plan et sans profondeur organisée) et « l’espace analytique » de la perspective. Pour Jean-Louis Déotte [2001, 2007], la perspective est un « appareil » et constitue une « époque ».

Les expériences de Brunelleschi en 1415 sur le baptistère devant le Duomo de Firenze sont fondatrices et établissent les principes perceptifs qui président à la construction de cet « appareil de projection ». L’espace ainsi représenté est un espace rationnel, quantifiable, homogène, isotopique qui reste centré sur un sujet situé hors champ mais qui, par son point de vue idéal, ordonne toute la représentation. Ce modèle du sujet hors champ est archétypique de la vision moderne du monde qui va prendre son essor avec la révolution scientifique qui naît quelque temps plus tard : le monde s’ordonne et se plie à ce sujet en surplomb et son magnifique ordonnancement est alors rendu visible soit dans les lois de la science soit dans les formes de la perspective. Certes, la perspective s’inscrit dans une lignée d’appareils de projection que sont la « *camera obscura* » puis la photo et le cinéma.

Pourtant, le numérique ne se contente pas d’amplifier la perspective et les pouvoirs du sujet hors champ, même si la puissance analytique des SIG qui décompose les plans eux-mêmes adopte cette orientation. Car dans le même temps, c’est toute la filiation de remise en cause de la perspective déjà présente dans l’art moderne et dans l’art contemporain qui se trouve

amplifiée puissamment. L'art moderne peut être considéré comme une entreprise de destruction massive de la perspective qui continue à jouer avec elle, en permettant plusieurs points de vue à la fois, ce qui oriente vers des navigations en surface qui sautent de point de vue en point de vue de façon assez analogique aux espaces documentaires hypertextuels. Mais l'art contemporain signe les adieux à la perspective comme appareil de projection pour multiplier des « appareils d'inclusion ou de simulation » [Déotte, 2001] dans ses installations, dans ses performances. Selon nous, l'immersion devient le nouvel appareil de l'époque sous une forme ou sous une autre (l'absolue couleur ou le monumental que l'on peut pénétrer et activer par exemple). Cette rupture avec l'existence à l'extérieur et le point de vue hors champ est non-moderne par excellence comme le rappelle Peter Sloterdijk [2005] : « est moderne celui qui croit n'avoir jamais été à l'intérieur ». L'immersion que toutes les techniques numériques amplifient nous introduit ainsi à un nouveau cadre de perception dont on ne mesure pas encore tous les effets et dont le jeu vidéo constitue le parangon.

De nombreuses techniques partielles peuvent être considérées comme des tentatives orientées vers l'immersion sans être toutes dépendantes du numérique à l'origine : l'image 3D, l'image stéréoscopique, l'image en relief anaglyphe pour séparer les couleurs (lunettes nécessaires), l'holographie, le cinéma 360, l'Imax, l'Imax Dome, l'Imax 3D, le cinéma 3D avec lunettes, le cinéma numérique (au-delà des effets spéciaux), l'image de synthèse, les simulateurs de vol grand public (Flight Simulator dès 1977) et professionnel, etc. Les algorithmes de calcul des images passent de l'industrie (les courbes de Bézier dans l'industrie mécanique) aux logiciels de jeu vidéo et aux applications pour amateurs (un modeleur comme Blender). La perception multisensorielle est équipée avec les accéléromètres (que le grand public expérimente avec la Wii de Nintendo puis sur tous les portables), les commandes à retour de force, les caméras infrarouges (la Kinect de Microsoft), les écrans tactiles généralisés qui doivent amplifier le couplage avec les interfaces, mais aussi le son, décisif pour produire les effets immersifs (depuis le Dolby jusqu'au 5.0 en passant par le THX) ce qui modifie profondément l'expérience esthétique ou opérationnelle puisqu'on ne contrôle pas spontanément son exposition sonore. Ces équipements partiels de la « représentation-en-action » sont le terreau sur lequel un nouveau cadre commun supposé partagé se construit.

Cependant, l'industrie du jeu vidéo a pris en main l'élaboration des conventions futures [Pérény, 2013] et finit par irriguer de ses modèles des générations de joueurs mais aussi de spectateurs car le cinéma reprend ses codes et d'autres applications ordinaires de réalité augmentée commencent à en exploiter les principes. Dans la deuxième moitié des années 2000, la mode de Second Life [Boellstorff, 2010] pouvait laisser penser que ces mondes virtuels (il en existe des centaines, toujours actifs) seraient l'espace privilégié pour expérimenter l'immersion à venir. En réalité, la qualité de la 3D n'était pas forcément au rendez-vous et le fait de disposer d'un avatar [Lucas et Amato, 2013] relève plus de l'immersion narrative que de l'immersion perceptive, bien que le choix de la vision en première personne facilite l'expérience de l'immersion. C'est en effet la faiblesse de l'offre narrative dans ces mondes virtuels qui explique selon nous le désengouement actuel. Les jeux vidéo qui connaissent le succès, en dehors des *casual games* qui occupent le temps par des actions répétitives (Candy Crush), reposent tous sur un *gameplay* dans lequel la scénarisation permet des formes d'immersion narrative, soit en raison de la qualité des mondes reconstitués, soit par les propositions de missions et de niveaux, soit même désormais par la qualité du design des personnages auxquels on peut s'identifier. Des changements de modèle technique (blockchain), de gouvernance et de modèle d'affaires (propriété des utilisateurs) peuvent aussi relancer la créativité dans ces univers (https://decentraland.org/).

C'est pourquoi nous avons proposé [Boullier, 2008] de penser l'immersion comme appareil d'inclusion à condition de prendre en compte une immersion étendue qui dépasse la seule immersion perceptive dont nous venons de voir la filiation esthétique et technique. L'immersion narrative n'est pas réservée à la seule littérature numérique qui possède ses propres codes [Bouchardon, 2009] et qui a donné lieu à des œuvres fascinantes qui ont été théorisées très tôt [Balpe, 2000]. Elle se trouve déjà présente dans la vogue du *storytelling* [Salmon, 2007] qui montre bien la puissance de captation de l'attention, des imaginaires et du désir. Grâce aux réseaux, ces histoires commencées sur un support peuvent être poursuivies sur tout autre support (on l'appelle alors le *transmedia storytelling* [Jenkins, 2003]) dans cet espoir de réseau sans couture qui est désormais accessible et qui provoque une pervasivité des histoires (que les marques savent déjà exploiter). Les alertes permanentes que les marques, les médias ou les réseaux sociaux répercutent sur nos appareils portables favorisent encore cette immersion

narrative, qui se vit alors comme une pulsation du monde auquel on participe. Mais il faudrait aussi être attentif dans cette évolution à l'immersion sociale, qui constitue un ressort bien connu des joueurs en réseaux qui s'organisent en guildes, en « *teams* » car le jeu est lui-même fondé sur ces jeux d'équipe (l'un des plus célèbres étant WoW, World of Warcraft) [Boutet, 2008].

Cette socialisation compétitive mais aussi solidaire modifie profondément l'expérience du jeu lui-même. Elle ne peut qu'être amplifiée par l'extension des appartenances aux réseaux sociaux qui captent et captivent des membres qui s'immergent dans ces collectifs, dans ces amis et ces publications, d'autant plus lorsqu'elle est associée à une offre d'immersion narrative bien construite (ce qui n'est pas le cas des réseaux sociaux ni des univers virtuels où l'expérience de la solitude constitue un des plus forts arguments d'abandon). Enfin, nous pourrions ajouter (pour compléter le tableau selon le modèle de Gagnepain des quatre plans de médiation) une immersion désirante ou émotionnelle, qui repose sur une excitation permanente, diffusée aussi bien dans les alertes, comme nous l'avons indiqué, que dans la course à la réputation (*via* les *likes* et les *followers*) ou dans l'omniprésence des paris et du sexe sous des formes diverses. C'est ce que Sloterdijk [2005] désigne sous le nom de gâterie et qui garantit un « état de tension permanente dans la chambre intérieure ».

Nous ne faisons ici qu'effleurer la puissante mutation qui est en cours dans nos schèmes perceptifs et esthétiques, car elle est encore trop peu étudiée. Mais les auteurs qui s'emploient à restituer ces époques historiques méritent d'être interrogés pour mieux comprendre ce qui se passe sous et dans nos yeux. Le jeu vidéo est sans doute l'expérience qui mérite le plus d'attention sur ce plan et qui a été étudiée par Sébastien Genvo [2009] qui a, comme il se doit, produit une chaîne YouTube consacrée à la théorie du jeu vidéo ou par Sylvie Craipeau [2011], qui se focalise sur les jeux en ligne.

Architectures des savoirs

La révolution numérique a commencé par les activités scientifiques, ses publications, ses échanges entre chercheurs, il n'est guère étonnant qu'elle ait touché profondément l'organisation même des savoirs, de leur hiérarchie et de leur légitimation. Mais ce changement affecte non plus seulement ladite communauté scientifique mais tout internaute c'est-à-dire la part de plus en plus importante de l'humanité connectée. Un internaute ordinaire doit en effet affronter un syndrome de désorientation qui n'avait encore jamais été expérimenté et qui met en évidence un travail invisible mais pourtant essentiel pour mettre en ordre les références communes de groupes sociaux voire de civilisations entières. La prolifération des sites constitue un phénomène constant, qui fut certes amplifié un instant par la vogue de blogs (173 millions en 2011, le comptage s'est arrêté depuis !) mais qui rend vitale toute orientation correcte pour la recherche d'information (« RI » qui constitue une discipline à part entière en informatique).

Avant cette abondance et cette accessibilité, un travail invisible des utilisateurs ordinaires se faisait dans plusieurs cercles sociaux : les médias, les activités scientifiques, l'enseignement et les bibliothèques. Ainsi chacun de ces cercles reposait (et repose toujours) sur des médiateurs (journalistes, chercheurs, enseignants, documentalistes), sur des procédures de stockage et de référencement (sources, citations, notices, etc.), sur des espaces de publication dédiés et bien distincts (journaux, revues, classes, bibliothèques) et sur des hiérarchies parfois explicites mais toujours présentes (notoriété, fiabilité, tirage, évaluation par le public et par les pairs, etc.). Tous contribuaient ainsi à dire l'ordre du monde et l'ordre des catégories pour penser le monde comme les clercs l'avaient fait avant eux. Le journal fixait l'agenda des problèmes (*issues*) et les sciences politiques étudient en détail ces effets d'agenda setting qui formatent l'opinion en mettant en avant les questions qu'il convient de se poser. Les chercheurs étaient sommés de dire la vérité du monde bien que leur travail réel consistât avant tout à discuter et à tester des hypothèses (« la science faite » *vs* « la science en train de se faire » [Latour, 1990]). Les enseignants formaient les cadres de pensée de générations entières selon des filtres disciplinaires qui découpaient les questions et ordonnaient la qualité des réponses, les bibliothèques

organisaient les savoirs selon leur méthode de classification Dewey devenue standard.

Tout cela constituait ainsi une architecture des savoirs, qui, par cet entrelacement des médiateurs qui circulaient d'un monde à l'autre, finissait par être difficilement discutable et qui avait l'avantage d'orienter toute exploration. Le document était vu (une forme identifiable), lu (un contenu déchiffrable) et su (une médiation pour la transmission) [Salaun, 2012] selon un alignement cohérent, qui doit aujourd'hui être retrouvé alors que prolifèrent les contenus perçus trop vite, survolés et non lus, et propices à la réaction et non à la transmission comme c'est le cas sur les réseaux sociaux.

Politique d'orientation dans les savoirs

C'est pourquoi le numérique fut perçu et pensé à ses débuts comme une simple amplification des potentiels des bibliothèques : le Web ne semblait être en fait qu'une immense bibliothèque rendant accessible tous les savoirs et la même analogie fut aussi produite pour les MOOC (*Massive Online Open Courses*) par exemple. Or, un détail échappait à ces thuriféraires du numérique : sur le Web, il n'existe ni notice documentaire pour une page ou un site donné, ni documentalistes chargés de les indexer selon un format standard. Le dépôt légal du Web qui fut institué progressivement dans plusieurs pays (loi DADVSI en France en 2006) n'est en rien un travail de catalogage, qui supposerait notices rédigées par des professionnels de la documentation et conservation avec des numéros ISBN uniques. Or, ce travail très ordinaire constituait pourtant un vecteur d'orientation particulièrement puissant et utile pour chaque société.

Les limites des classifications Dewey sont connues tout autant que leur efficacité. Elles supposent un découpage total du monde en catégories définies par des autorités qui imposent alors cette même organisation logique à tous les producteurs de documents comme aux lecteurs cherchant à avoir accès à ces documents. Les bibliothèques reposent sur des ontologies c'est-à-dire des réseaux sémantiques qui regroupent un ensemble de concepts décrivant complètement un domaine. Ces concepts sont liés les uns aux autres par des relations taxonomiques (hiérarchisation des concepts) et sémantiques. Clay Shirky [2010] a établi les conditions de félicité des ontologies. Elles peuvent être opérationnelles lorsque le domaine à organiser possède certains traits (petit corpus, catégories formelles, entités stables,

entités restreintes, frontières claires) et que les participants-utilisateurs sont des catalogueurs experts, font office de source de jugement officielle, sont coordonnés et sont experts du domaine. Il est aisé de comprendre non seulement la nécessité mais la possibilité d'une ontologie dans des projets de l'industrie aéronautique par exemple, qui est l'une des plus normalisées à l'échelle mondiale. Il est tout aussi aisé de comprendre que cela suppose une discipline qui ne se trouvera jamais sur le Web et sur les réseaux numériques en général.

L'utopie disciplinaire du Web sémantique, première offre d'orientation

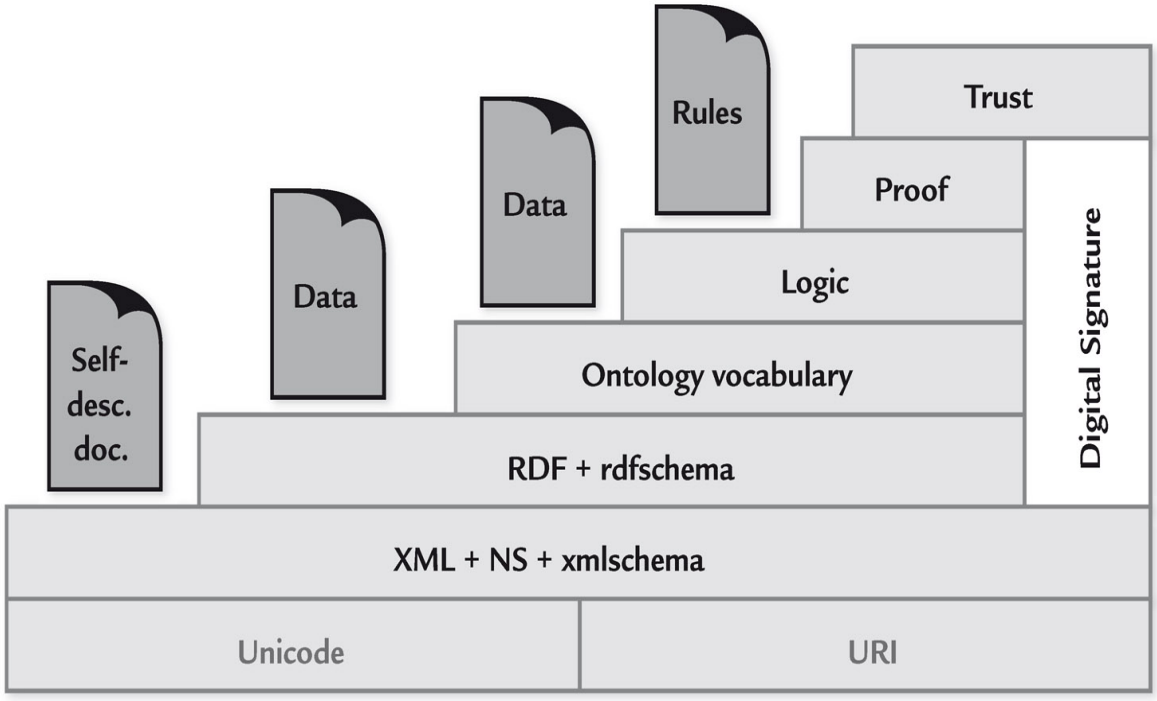
Et pourtant, ce principe des ontologies fut à la base de la première version du Web sémantique que Tim Berners-Lee, le créateur du Web, conçut en 1998. Devant le désordre généralisé qu'il observait sur le Web, qui était à l'origine pensé dans un monde plutôt scientifique et donc auto-contrôlé, il formula le vœu de voir une forme d'autodiscipline s'installer chez les producteurs de contenus du Web, qui se traduirait par le respect de certains formalismes documentaires, permettant d'organiser les informations sur le Web selon une ontologie. Les formalismes documentaires ne sont pas nés avec le numérique et l'on peut considérer que toute règle de mise en page, toute convention de positionnement des notes de bas de page, des titres, etc., qui se sont installées très progressivement à partir de la naissance de l'imprimé, constituaient les ancêtres de ces formalismes. Une table des matières apporte une aide considérable à l'orientation, à la navigation mais n'est pas née d'emblée avec l'imprimerie. Les principes des ML ou *Markup Language* (langages de balisage) avaient été développés dès les années 1980 pour la documentation technique dont le SGML (*Standard Generalized Markup Language*) qui permettait de catégoriser des types d'information et de leur attribuer ensuite un format identique de présentation (un titre, un sous-titre, une définition), ce qui passerait désormais pour une feuille de style correctement construite.

Mais bien au-delà des enjeux de présentation, certes importants car permettant d'automatiser avec le numérique des changements de style par exemple, c'est un enjeu d'ingénierie des connaissances qu'il convient de percevoir dans ces opérations liées aux formalismes documentaires. C'est ainsi que désormais, un ensemble de couches sont identifiées, grâce à Berners-Lee, qui traitent toutes les propriétés des informations pour les structurer selon des formalismes spécifiques. XML, lancé à partir de 1998,

constitue la clé de l'interopérabilité ainsi créée mais en réalité introduit à des couches différentes qui peuvent porter sur les définitions de types de documents, sur le vocabulaire ontologique et même sur sa logique, son niveau de fiabilité (selon les preuves qui peuvent être apportées) et de confiance. Ces dernières couches constituent en fait des formalismes pour décrire les qualités des émetteurs et faciliter ainsi les échanges non seulement entre humains mais surtout entre machines, entre agents intelligents qui réalisent désormais la plupart des transactions qui sont enfouies sous nos actions humaines de requêtes.

Le « cake de Berners-Lee » semble être totalisant et prétendre tout formaliser mais il est essentiel pour rendre calculables ces échanges de données. Dès lors, il suppose une véritable discipline que l'on peut trouver dans des bases de données professionnelles mais qui n'a aucune chance de voir le jour dans un environnement Web qui fait proliférer les auteurs autant que les documents et sans aucune référence partagée *a priori*. On le voit, le projet originel du Web sémantique qui suppose cette formalisation de toutes les couches documentaires représente une visée politique particulière de l'avenir des réseaux numériques et du Web en particulier : ce schéma est en tant que tel un programme normatif et donc sociologique que les sciences sociales doivent considérer au même titre que toute organisation. Ce schéma repose même sur une théorie implicite du langage et donc des catégories comme autant d'étiquettes qu'il suffit d'apposer « correctement » sur le monde. Toute l'efficacité des méthodes numériques se lit dans cette réduction du processus langagier à un étiquetage, niant ainsi toute l'ambiguïté et l'impropriété qui font la puissance créative du langage humain. Cependant, la question des *fake news* (infox) devenant préoccupante, on peut penser que les intentions de Berners-Lee seront mieux comprises, puisque les couches de « *proof* » et « *trust* » étaient bien présentes. Mais l'exploration actuelle va plutôt dans le sens de la blockchain, permettant de recréer cette confiance que les autorités organisatrices des connaissances ont perdue. Berners-Lee a d'ailleurs proposé en 2018 son architecture de confiance, Solid (*Social Linked Data*), qui repose sur ces principes de décentralisation, avant tout pour améliorer la *privacy* mais avec des effets potentiels plus larges sur les échanges de connaissances.

Figure 3.1 Le cake de Berners-Lee :
les différentes couches du Web sémantique



L'effet contributif des folksonomies, deuxième politique d'orientation

Le « Web sémantique » se construit désormais par apprentissage collectif, qui se nourrit des corrections faites par les experts ou par les utilisateurs ordinaires d'un système d'information sans leur demander de respecter *a priori*, dès la publication, un formalisme déterminé. Cette approche, qui est dite *bottom-up*, peut même désormais s'appuyer sur l'activité de tagging spontanée réalisée par les internautes pour l'enrichir, la réviser, la tester et proposer des suggestions de tags qui suscitent une catégorisation plus systématique. Ces approches sont nées au même moment que le projet de Web sémantique, dans des sites comme del.icio.us qui permettait le partage des favoris ou bookmarks. Le tagging ainsi réalisé relève de ce que l'on nomme par opposition aux topologies, les folksonomies[1]. Des sites et des services comme Flickr se sont reposés sur ce travail de catégorisation ordinaire, souvent très idiosyncrasique et apparemment non pertinent pour les autres utilisateurs, mais pourtant efficace, par approximation, pour s'orienter [Crépel, 2013].

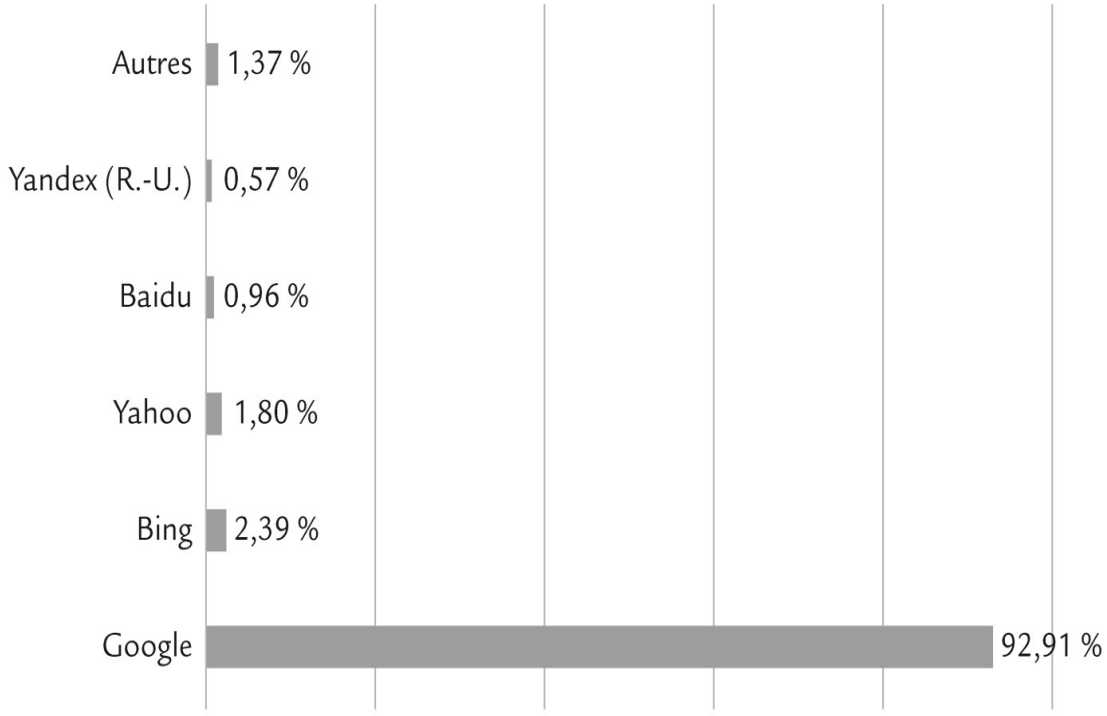
Comme on le voit à nouveau, plusieurs politiques sont possibles pour orienter les utilisateurs et leurs principes sont parfois diamétralement opposés : cependant, de nouvelles solutions comme celle des

suggestionneurs peuvent aussi émerger et constituer de véritables innovations, qui sont autant de compositions entre principes différents.

Puissance des moteurs de recherche, troisième politique d'orientation

Nous avons donc traité jusqu'ici de plusieurs politiques d'orientation dans les savoirs (les ontologies du Web sémantique et les folksonomies du tagging social collaboratif) sans mentionner encore les dispositifs devenus incontournables de cette orientation, les moteurs de recherche. Il serait plus juste de préciser aussitôt LE moteur de recherche, tant Google assure désormais une domination sans partage dans la plupart des pays. Il est parfois tentant de traiter directement le débat politique portant sur la position dominante de Google, ou plus exactement sub-politique pour l'instant selon le terme de U. Beck, car l'arène proprement politique peine à s'emparer de la question du monopole même si le Parlement européen a commencé à le faire en 2014, sans trouver de réelle solution.

Figure 3.2 Part de marché des moteurs de recherche dans le monde en janvier 2019



Source : Statcounter.

Ce débat mérite d'être tenu mais, comme souvent en matière de technologies, il resterait vain s'il ne s'appuyait pas sur une connaissance

approfondie des processus techniques mobilisés par la firme californienne et sur une analyse de l'« *agency* » propre de l'algorithme de recherche de Google. Par la puissance de son algorithme, Google est devenu l'instance d'orientation dans le monde des savoirs et mieux encore, par son souci d'excellence technique et d'objectivité des résultats, comme l'a montré Dominique Cardon [2012], il est parvenu à devenir quasi indiscutable, à forger comme une évidence des hiérarchies qu'il propose ainsi. La critique du monopole est ainsi engagée par certains sous l'angle de la domination économique anticoncurrentielle, approche finalement classique, par d'autres sous l'angle de la pratique de prédation des données personnelles analogue à toutes les plateformes d'Internet et de l'optimisation fiscale, c'est-à-dire d'un équivalent d'une fraude pour les États concernés, par d'autres enfin sous l'angle du projet politique sous-tendant la vision et les acquisitions systématiques de la firme de Mountain View et qui se résume dans le concept de transhumanisme. Toutes ces approches ne sont pas contradictoires mais il faut noter cependant qu'elles s'adressent à une firme née en 1998 et qui a conquis une position mondialement dominante à une vitesse extrême en gagnant l'adhésion des utilisateurs dans leurs pratiques quotidiennes. Car les revenus considérables de Google proviennent avant tout de sa régie publicitaire qui fonctionne à partir des requêtes faites à son moteur de recherche. Or, c'est bien cette performance remarquable des résultats de Google qui finit par constituer un cadre de pensée et d'orientation quasi indiscutable pour tout utilisateur voire pour les institutions.

Comprendre comment Google parvient à ce succès commercial suppose avant tout de comprendre comment l'orientation dans les savoirs contemporains est désormais entre ses mains, ce qui change tout dans nos cadres collectifs politiques et cognitifs. En l'occurrence, ce n'est pas le numérique en soi qui a joué un rôle décisif mais certains choix techniques et commerciaux d'une firme qui l'ont conduite à devenir dominante en gagnant des parts de marché… ou plutôt d'un marché qui ne dit pas son nom car il se veut service gratuit d'abord et objectif ensuite, c'est-à-dire légitime dans d'autres ordres que ceux des firmes les plus performantes habituellement. Nous verrons avec S. Zuboff [2019] que Google a su devenir ainsi le pilier du capitalisme de surveillance. On pourrait même ajouter que Google finit par diffuser un modèle de management apparemment horizontal, « cool » et en prise avec des générations les plus jeunes, et par devenir ainsi le parangon

de la culture numérique dans l'esprit du public et des investisseurs, au même titre qu'Apple mais avec d'autres atouts. Mais cette extension infinie du domaine de Google repose sur son algorithme et sa fiabilité. Or, cet algorithme constitue à lui seul une politique d'orientation dans les savoirs. Car Google s'est bien gardé de faire de la sémantique, et d'adopter une quelconque politique « ontologique » pour optimiser les réponses qui orientent les internautes. On peut comprendre que toutes les autorités qui avaient construit leur légitimité sur leur pouvoir de hiérarchisation des savoirs se sentent dépossédées d'autant plus que Google ne prétend en aucun cas contester leur compétence et l'excellence de leurs méthodes, puisqu'il procède totalement autrement. Voici donc une troisième politique d'orientation, celle qui repose sur le calcul de la hiérarchie des liens entre pages qui permet d'inférer la pertinence des pages, indexées en permanence et comparées avec les requêtes des internautes.

Les internautes sont apparemment une pièce essentielle du rouage mais seulement sous la forme des masses de clics et de requêtes dont Google peut extraire des scores et des hiérarchies. Mais pourtant, aucune participation réelle, aucun avis, aucune discussion comme on le voit sur Wikipédia ne contribuent à forger ces hiérarchies. Le moteur de recherche de Google n'est pas distribué entre les internautes contributeurs. Il n'est pas non plus techniquement distribué car les quelques fermes de serveurs qu'il a dû répartir dans le monde pour se rapprocher des consommateurs et réduire la latence des réponses après requêtes, fonctionnent toutes comme systèmes centralisés de calcul, ce qui explique d'ailleurs leur consommation d'énergie phénoménale. De ces deux points de vue, Google n'a donc rien à voir avec une certaine « culture numérique », avec cet esprit coopératif et distribué qui a toujours constitué un moteur d'innovation technique et sociale. D'autant moins que cet algorithme tout puissant est secret, protégé par des brevets et que nul ne parvient à savoir exactement la composition des critères de calcul du *Page Rank* (qui contribue au calcul du Google score attribué à une page ou à un site).

En effet, Google n'est pas seulement obsédé par la vitesse comme le rappelait son PDG Eric Schmidt, pour créer cet effet d'immédiateté qui rend le service indiscutable, il est aussi obsédé par l'objectivité comme nous venons de le dire, c'est-à-dire par l'impossibilité de manipuler ses résultats. Or, toute une industrie est née de ces moteurs de recherche, qu'on appelle « *search engine optimization* » (SEO) qui permet de vendre des solutions

pour remonter dans les *Google Scores* en produisant par exemple du « jus de lien ». En effet, un site très relié sera mieux référencé et aura plus de chance d'être présent sur la première page de résultats d'une quelconque requête, car au-delà, les internautes abandonnent leur recherche. Le taux de clics (CTR, *click-through-rate*) est centré sur la première page (71 %) : le premier résultat de la première page compte pour 35,5 % des clics, le deuxième 17,52 % des clics et le troisième 10,75 % des clics. Les dix premiers résultats qui constituent la première page rassemblent 87,87 % des clics (sur Desktop, en janvier 2019, au niveau international[2]).

Google modifie donc sans cesse son algorithme pour parvenir à semer ses poursuivants que sont les SEO et autres sites de « *content farming* » (qui ne produisent pas de contenus en propre mais se contentent de les indexer) et pour ainsi maintenir son statut de hiérarchie « objective ». Google invente ainsi une « objectivité algorithmique » [Gillespie, 2012] qui prétend se substituer aux légitimités qui présidaient avant aux hiérarchies dans les savoirs (sciences, médias et institutions politiques principalement). Cette mutation fondamentale n'a jamais été discutée dans aucune arène politique car elle est précisément algorithmique (et à vrai dire commerciale et financière !). Il n'existait pourtant aucune fatalité pour que ce dispositif, au sens de Foucault, soit gagnant.

La défaite des annuaires, quatrième politique d'orientation

En effet, la puissance de Google s'est construite contre une autre politique d'orientation qui apparaissait prometteuse dans les années 1990, celle des annuaires. L'opposition moteur-annuaire peut se résumer à ce choix entre s'orienter par mots-clés (les moteurs) ou s'orienter par progression dans des catégories toujours plus fines (les annuaires). Avant le Web, le choix existait déjà entre Gopher (un annuaire) et WAIS (une recherche par mots-clés). La bataille s'est transposée sur le Web avec l'opposition entre l'annuaire Yahoo et le moteur Alta Vista puis Google. Eric S. Raymond [2001] a synthétisé cette opposition comme étant celle de la cathédrale et du bazar. Car malgré leur puissance de calcul numérique, les annuaires reposaient massivement sur des experts capables d'explorer un domaine et de le catégoriser de façon logique, ce qui n'était en fait qu'une version numérique de ces ontologies déjà décrites qui reposent sur des autorités analogues à ces cathédrales du christianisme. Les moteurs de recherche faisaient disparaître les étagères car ce sont les liens hypertextes et leur orientation qui créent les scores de hub

(un site pointe vers beaucoup d'autres sites, *out-degree*) ou d'autorité (beaucoup de sites pointent vers un même site, *in-degree*). Ces scores issus de la scientométrie et de ses études de citations ont été transposés par Jon Kleinberg [1998] au Web et à ses liens hypertextes pour produire ces scores qui sont toujours au cœur de l'algorithme de Google. Et cette approche par les moteurs, les mots-clés (les requêtes) et les scores de hub et d'autorité a définitivement gagné la bataille : c'est elle qui gouverne notre orientation dans les savoirs.

Tableau 3.1 Usages des moteurs de recherche et composition des scores de Google

Plus de 93 % des requêtes faites sur Google en France, Royaume-Uni, Allemagne et Espagne (AT Internet décembre 2014), et 33 % des utilisateurs emploient le navigateur Chrome (de Google), 78 % Baidu en Chine, 63 % Google aux États-Unis [2014].
Plusieurs indicateurs permettent de calculer les scores de Google d'après le brevet de 2007 (modifié depuis à plusieurs reprises) :
• La date du document
• La modification du contenu
• L'analyse des requêtes et des clics sur les résultats
• Le critère des liens sur la page
• Le texte des ancres
• Le trafic
• Le comportement des visiteurs
• L'information sur le nom de domaine
• Les rangs précédents
• Les bookmarks
• Les mots uniques et ancres
• Les liens non pertinents
• Le sujet du document
• Ces indicateurs sont enrichis avec les filtres de la Sandbox (contre le *spamdexing*) et par le *Trust Rank*.

Les scores ainsi calculés par Google sont d'une efficacité redoutable (par leur vitesse et leur volume notamment) parce que Google a choisi d'ignorer toute analyse sémantique pour ne traiter toutes les requêtes que comme des chaînes de caractères. De plus, il n'a construit aucun modèle ni hiérarchie des savoirs, contrairement à Yahoo, il aide les actions les plus élémentaires des internautes (leurs requêtes et leurs clics lorsqu'ils choisissent dans la liste des réponses) à produire ces hiérarchies. Plus massives sont ces requêtes et ces clics, meilleurs sont les résultats. On retrouve cet atout du volume dans les critères de performance du *Big Data*, qui se passe ici du sens pour produire des approximations suffisamment fines dans les réponses pour qu'elles deviennent pertinentes la plupart du temps. Modèle simple voire simpliste qui reflète bien toute la philosophie d'Internet, bâti sur des éléments de base recombinables, produisant une robustesse et des formes d'auto-organisation.

Il devient dès lors difficile d'attribuer à Google une responsabilité directe dans cette orientation dans les savoirs puisqu'il fait tout pour que seuls ses algorithmes et les activités des internautes produisent ces hiérarchies. Ce faisant, Google accepte de renforcer une forme de doxa qui serait celle produite par les clics sur les réponses les plus populaires, qui les rendent ainsi plus pertinentes (même si bien d'autres critères doivent être remplis). La confiance attribuée à Google pour s'orienter dans les savoirs ne ferait ainsi que renforcer les lieux communs, placés hauts dans la hiérarchie des savoirs parce que placés dans la liste de Google et parce que leur réputation les a rendus grands parmi le public de masse des internautes.

On comprend dès lors les critiques qui visaient Google parce qu'ils nous rendraient stupides. Là encore, la firme a su répondre en produisant des algorithmes de personnalisation très performants. Puisqu'on lui reproche une orientation dans les savoirs qui favoriserait le suivisme de la masse, elle utilise désormais Hummingbird, un algorithme qui permet d'exploiter les requêtes précédentes d'un internaute (voire sans doute ses autres activités sur son Gmail sans parler de la géolocalisation de son adresse IP qui est désormais standard) pour lui proposer des réponses uniques et à chaque fois différentes de celles des autres internautes. La critique est alors aisée pour montrer que cela revient à réduire l'univers d'exploration du Web de chacun à son passé, à ses traces, à son héritage ou à ses habitudes, en l'empêchant dès lors d'être surpris par des rencontres, des découvertes. De ce fait, il est désormais possible de qualifier Google de *moteur de réponses* et non plus de recherches. La position zéro dans la liste des réponses (au début) est occupée de plus en plus souvent par une réponse apportée par Google, sans mentionner sa source, ce qui entraine l'utilisateur à ne plus chercher mais à repartir aussitôt avec sa réponse.

Lieux communs ou personnalisation, mais sans politique ni débat

Soit la masse soit les habitudes personnelles, il reste ainsi difficile d'inventer les dispositifs d'orientation dans les savoirs contemporains. Il semble bien que Google oublie deux éléments clés dans cette orientation : les savoirs supposés communs et leur hiérarchie sont à la fois partagés (ce ne sont pas des habitudes individuelles) et même débattus (ce n'est pas un effet de masse). Cela constitue en réalité la toile de fond de tout espace public et de ce point de vue Google fait tout pour éviter d'assumer cette responsabilité en la déléguant à une objectivité algorithmique. On peut mesurer les choix

politiques ainsi effectués lorsqu'on compare avec l'espace contributif créé par Wikipédia : les savoirs sont ordonnés, et cette fois-ci catégorisés par des experts ou quasi experts et en même temps discutés, puisqu'on peut même suivre les traces de cette discussion. Cela suppose toute une procédure de validation et des modes de rétribution et de reconnaissance des différents cercles de membres de Wikipédia déjà évoqués [Cardon et Levrel, 2009].

Mais la politique d'orientation dans les savoirs y est totalement différente de celle de Google et garde sa place aux contributions explicites (et non aux seuls clics) et aux débats. Il n'est pas anodin que désormais, parmi les premières pages référencées par Google, Wikipédia apparaisse systématiquement en second sur la liste, ce qui voudrait dire que les internautes eux-mêmes (ou ce que l'algorithme de Google traduit de leur activité) valorisent un site collaboratif qui ordonne les savoirs non plus du tout par les mots-clés seulement mais avec une catégorisation contrôlée et débattue par les experts sur un mode *contradictoire* parfois virulent, bien loin de toute « objectivité algorithmique ». Retour paradoxal à une hybridation des modèles qui aboutit cependant à une asymétrie de puissance économique considérable.

Pratiques personnelles d'orientation, mode d'emploi

Il est alors possible de dresser le tableau des pratiques plurielles de l'orientation sur le Web sans oublier les pratiques les plus ordinaires et les plus émergentes :

– Se créer des habitudes, en produisant « chacun son Web » (grâce à ses *bookmarks* habituels par exemple). Ce modèle peut être équipé par les algorithmes de personnalisation comme Hummingbird comme nous l'avons indiqué pour transformer le moteur de recherche en moteur d'habitudes. Cela rappellera le régime de la familiarité (du proche) en pragmatique [Thévenot, 2006].

– À l'inverse, ne pas chercher mais se laisser porter par les liens : le surf et la *serendipity* peuvent devenir un principe de recherche très productif selon les situations, et parfois à l'insu des internautes qui se perdent dans des liens par goût de l'exploration. Ce régime de l'exploration a d'ailleurs été thématisé par Nicolas Auray [2013] qui l'associe explicitement au numérique et notamment au jeu.

– Chercher dans les catégories d'un annuaire (Yahoo) ou dans Wikipédia constitue une des solutions les plus structurées, opposée à la

serendipity mais aussi aux simples requêtes sur des moteurs. On entre alors dans la « Recherche d'Information », qui est théorisée à la fois par l'informatique et les sciences cognitives qui valorisent ainsi un régime d'engagement pragmatique particulier, le régime du plan selon Boltanski et Thévenot [1991], qui est souvent associé aux démarches savantes et aux bibliothèques.

– Saisir des mots clés dans un moteur de recherche est cependant devenu l'activité la plus courante, qui repose sur une confiance gagnée avec le temps et par Google en particulier sur la pertinence des résultats obtenus à partir de requêtes vagues ou mal formulées. Le *Page Rank* et les *Google Scores* hiérarchisent les réponses mais d'une façon qui semble associer de la *serendipity* et de la personnalisation, ce qui permet de trouver toujours par approximation une réponse quasi pertinente (ce qui est très loin des critères de la RI). Cependant, comme nous l'avons vu, les algorithmes des moteurs de recherche valorisent de fait des réponses appuyées sur des sites encyclopédiques comme Wikipédia, ce qui aboutit à une composition nouvelle dans les formes d'orientation.

– Faire confiance à ses amis et à leurs tags (comme sur Delicious) constitue cependant une cinquième pratique d'orientation qui repose sur la « navigation sociale » [Dieberger *et al.*, 2000] ou sur ce que nous avions appelé en 1998 une « indexation subjective » : les catégories ordinaires produites (ou folksonomies), qu'avaient bien décrites Michel de Certeau [1983], sont tout aussi pertinentes que les catégories savantes et gagnent même à être combinées. Mais cette vertu des contributions ordinaires pour l'orientation s'est désormais démultipliée avec l'apport des réseaux sociaux. Ce ne sont plus seulement les tags centrés sur les contenus qui servent à l'orientation mais les profils eux-mêmes, pour nous conduire vers ce que Manuel Zacklad [2005] appelle le « Web sociosémantique ». On s'oriente en suivant quelqu'un, expert ou expert ordinaire d'un domaine, sur Twitter, sur son blog, ou en devenant ami avec lui sur Facebook ou sur LinkedIn. D'autres prises sur le monde des savoirs sont ainsi offertes qui peuvent fort bien se réduire à des effets de réputation assez voisins de ceux critiqués à propos de l'algorithme de Google car cette loi de l'opinion semble s'imposer partout dans les réseaux numériques.

Cependant, s'introduisent ici des effets de leaders d'opinion d'un genre nouveau, car ceux qui font le buzz ne sont plus les leaders institués ou les experts mais d'autres qui savent donner les avis qui comptent au bon moment et dans le bon format. Ainsi le Web social et les profils contribuent à créer de nouveaux médiateurs qui déstabilisent les autorités instituées comme le font les moteurs de recherche. Les médiateurs en question ne sont d'ailleurs pas nécessairement des personnes dans toute leur diversité mais bien une dimension de leurs intérêts déclarés dans leurs profils qui les rend attractifs (leur métier, leur expérience, leur goût spécifique, etc.). Car leurs parties sont bien plus grandes que leur tout comme le rappellent Latour *et al.* [2012] qui font référence à cette question des profils. Il devient alors possible de « matcher » ces attributs de leurs profils avec ceux d'autres identiques, opposés ou complémentaires pour produire d'autres principes d'orientation. Les réseaux de rencontre ont d'ailleurs su mettre en œuvre de façon très efficace ces potentiels des attributs des profils et du *matching* et l'apparentement des attributs (*features*) pour les classifier s'est étendu à toutes les offres commerciales.

L'époque du (Big) data mining

Une autre stratégie d'orientation, pour l'instant réservée aux professionnels ou aux chercheurs, se fait jour cependant. Elle constitue une forme de métanavigation et se désigne souvent sous le terme de « *data mining* », qui a pris depuis quelques années une ampleur considérable pour devenir le *Big Data*. La fouille de données débouche souvent sur de l'extraction de connaissances qui peuvent avoir des statuts très différents, depuis la veille concurrentielle jusqu'au CRM (*Consumer Relationship Management*) qui permet de suivre les traces des activités des clients pour y adapter des offres pertinentes. L'extraction de connaissances dans des ensembles de données structurées comme des bases de données scientifiques ou des bases privées à accès contrôlé (ce qu'on appelle le *Deep Web*) peut exploiter une structuration en ontologies, fréquente dans ces univers disciplinés. Ce n'est pas le cas pour les informations non structurées telles qu'on peut les recueillir sur le Web ouvert que pratiquent les internautes ordinaires et dont on peut extraire quantité d'informations, de traces et de connaissances lorsqu'on dispose des outils et des architectures adaptées (certains services le permettent de façon systématique avec des UIMA, *Unstructured Information Management Infrastructure*).

Nous verrons dans la partie sur les enjeux pour les sciences sociales que toutes les méthodes proposées par les techniques de *Big Data* et principalement le « *Machine Learning* » constituent des remises en cause parfois radicales du rôle des sciences sociales mais aussi des remises en cause des formes de raisonnement par causalité au profit d'approximations obtenues par des méthodes de corrélations massives. Le changement d'échelle, comme le disait Marshall McLuhan [1968], suffit à produire un nouvel état de l'orientation dans les connaissances qui peut même affecter la domination d'un mode de raisonnement, comme l'affirmait Chris Anderson [2008] qui annonçait « la fin de la théorie ». Le court-circuit de l'analyse, mais aussi de la délibération et du contradictoire qui l'accompagnent, fait partie des promesses du *Machine Learning* et de son inductivisme qui ferait parler les données sans l'intervention des experts dans l'apprentissage non supervisé (ou annoncé comme tel). Cela affecte alors toutes les prises de décisions, en dehors du Web, et constitue un cadre cognitif qui tend à se répandre dans les organisations, avec une angoisse associée devant la perte de contrôle de son univers, et parfois même devant les risques de pertes d'emploi, comme nous le verrons dans le chapitre sur la sociologie économique.

Des approches intermédiaires peuvent offrir des solutions de visualisation des réseaux et plus largement des datascapes du Web (des paysages de données) qui sont désormais utilisables aussi par des non-experts. Les topologies du Web (dont Kleinberg [2001] a établi les fondements) sont en effet générées par des logiciels de calcul de graphes (ex. : Gephi) à partir de moissonnage de données et de liens (avec des robots comme IssueCrawler). La visualisation des liens selon leurs scores (*in-degree* et *out-degree* ainsi que *betweenness centrality* notamment) reprend des classiques des analyses de réseaux comme nous l'avons dit (Burt, Granovetter, White, etc.) pour les mettre à disposition des internautes sous forme dynamique : les internautes peuvent explorer un cluster après un autre, et repérer des associations (dites parfois communautés) imprévues ou éclairantes sur un problème particulier. Malgré la faiblesse de la culture visuelle et de la formation à ces méthodes, il est probable que des interfaces standards et des conventions vont se stabiliser qui permettront de reconnaître les informations pertinentes et de s'orienter dans des images de graphes comme les lecteurs ordinaires de la presse ont appris à le faire avec des courbes et des histogrammes, au prix de malentendus qui restent encore fréquents [Boullier et Lévy, 2016].

L’attente d’une forme d’immédiateté de la donnée (« les chiffres parlent d’eux-mêmes ») reste difficile à combattre mais peut être dépassée par ces visualisations dynamiques qui permettent de faire des choix en tant que lecteur et de voir les effets sur les résultats, dans un apprentissage constructiviste de bon aloi.

Modèle computationnel de l’esprit et apprentissage : ce que fait le *Machine Learning*

Les fondations cognitives de l’informatique ne sont plus seulement curiosités de savants archéologues. Elles sont devenues opérationnelles et de plus en plus présentes dans la façon dont toutes les décisions semblent petit-à-petit captées par les machines, qui ont cette particularité nouvelle d’apprendre, et même d’apprendre par elles-mêmes pour certains prototypes pour l’instant.

La tendance à repenser l’humain dans ses propriétés fondamentales à la lumière ou avec l’assistance des technologies numériques n’est pas récente, sans remonter jusqu’aux travaux de Pascal sur les automates qu’ils construisaient ou au concept de « l’animal-machine » de Descartes. Les machines, mécaniques ou numériques, comme les réseaux, ont toujours constitué une source de réflexivité, souvent métaphorique, pour tenter de percer les mystères de la pensée humaine.

On peut voir l’impact de l’informatique sur les théories de l’esprit comme un effet du test de Alan Turing[3]. Puisque l’intelligence n’est rien d’autre que ce qui est interprété comme intelligent par des humains, il est donc possible de simuler l’intelligence sans avoir les propriétés biologiques des humains et à l’inverse d’expliquer la pensée humaine avec une approche issue des machines discrètes, puisqu’il n’est plus nécessaire de postuler une intériorité, une âme, une réflexivité, une intention, etc. pour interpréter les productions de l’intelligence humaine. L’association fonctionne donc dans les deux sens, de l’ordinateur pour penser le cerveau et du cerveau (et de l’intelligence attribuée) pour concevoir les ordinateurs. John Von Neumann, père de l’architecture des ordinateurs, fera très vite le parallèle entre l’ordinateur et le cerveau. Selon lui, un code machine est présent dans le cerveau et les neurones fonctionnent en binaire (ils véhiculent d’ailleurs de l’énergie électrique). La cybernétique avec Norbert Wiener [1952] effectuera le mouvement inverse en prétendant simuler le cerveau dans la conception des

machines informatiques, ce qui fut le cas notamment avec les réseaux connexionnistes, ou réseaux de neurones. Philippe Breton [1987] a identifié tous ces croisements de paradigmes, importants pour les pensées de l'informatique mais aussi de la décision et d'autres formalismes logiques.

Ces questions et ces déplacements entre les mondes sont toujours à l'œuvre dans les NBIC (nanotechnologies-biotechnologies-informatique-sciences cognitive), avec la biologie et la cognition associées directement à l'informatique. L'intelligence artificielle comme projet constitue le plus bel élan produit par cette parenté issue de Turing. En 1956, au Darmouth College, avec John Mc Carthy en 1957, puis avec Newel et Simon, une véritable culture commune s'est constituée qui permit d'associer des disciplines pourtant éloignées. Certains passeurs comme Herbert Simon ont joué un rôle clé dans ces hybridations puisque les sciences cognitives, l'informatique, l'économie et le management ont toutes été influencées par ses travaux sur l'information mais aussi sur la décision. Or, les algorithmes de la finance qui gouvernent notre monde incorporent, sous des formes certes retraduites, des conceptions de l'information, de la décision en environnement d'information imparfaite par exemple, de la décomposition des processus de choix rationnels en autant d'opérations calculables. Mieux, les tendances à la prédiction se sont étendues à la finance et au marketing à partir des techniques que les actuaires avaient mises en place et elles reposent toutes sur des estimations probabilistes des risques dans des situations d'information imparfaite, rendues acceptables par la puissance des algorithmes du *Big Data*.

Sans entrer dans un débat théorique sur l'intelligence artificielle et avant d'en étudier sociologiquement les conditions de production, une attention empirique aux technologies cognitives numériques et à leurs agencements, à leur pouvoir d'agir, conduit Bruno Bachimont [2008] à parler de « raison computationnelle ». Elle constitue une torsion des théories de la raison et de l'esprit jusqu'ici discutées par la philosophie mais ce « *twist* » n'est plus seulement affaire théorique car il constitue le socle du développement du numérique contemporain. La raison computationnelle n'est plus la « raison graphique » qu'avait établie Jack Goody, quand bien même elle ne peut s'en passer et constitue une nouvelle écriture. En effet, un programme doit être écrit, et même documenté, il se présente graphiquement comme une liste d'instructions, voire il peut opérer avec des tables, toutes composantes de base de la raison graphique, comme nous l'avons indiqué. Cependant, pour

Bachimont, la présence du calcul dans toutes les opérations change la nature même de cette présentation graphique, puisque tout est décomposé en 1/0 et recomposé (principe élémentariste) et calculé à la volée (principe dynamique). Le programme, le réseau et la couche occupent ainsi dans la raison computationnelle respectivement la place de la liste, du tableau et de la formule dans la raison graphique de Jack Goody.

> « Le programme est à la raison computationnelle ce que la liste est à la raison graphique. Autant la liste permet de catégoriser et de classifier, d'offrir une synopsis spatiale, le programme permet de spécifier un parcours systématique : l'exécution du programme n'est alors que le déploiement temporel de la structure spatiale symbolique qu'est le programme.
>
> Le réseau est à la raison computationnelle ce que le tableau est à la raison graphique. Alors que le tableau propose une structuration et une systématicité entre les contenus répartis dans les cases du tableau, le réseau propose un mode de communication et répartition entre les cases du tableau. C'est un tableau dynamique.
>
> Enfin, la couche est à la raison computationnelle ce que la formule est à la raison graphique. La formule permet en effet de considérer la forme abstraction faite du contenu : la couche permet de considérer des relations calculatoires entre des unités abstraction faite des calculs sous-jacents impliqués. La notion de couche en informatique, *via* celle d'implantation et de compilation, permet de représenter les structures formelles en faisant abstraction des calculs élémentaires induits, comme la formule permet de s'abstraire du sens » [Bachimont, 2008].

Mais Bachimont propose une critique de cette raison computationnelle.

La logique formelle des algorithmes qui produit des équivalences bi-univoques entre inscription et sens ne doit pas être confondue avec le travail d'interprétation issu du langage, qui ne peut jamais produire ces équivalences strictes. Jean Gagnepain [1982] disait même que c'était toute la richesse du langage humain que d'être impropre, ambigu et aussi socialement arbitraire car cela nous oblige à penser. La confusion entre ces deux modes de représentation produit souvent de l'inintelligibilité comme c'est le cas avec des liens hypertextes qui possèdent des valeurs d'interprétation très différentes (renvoyer vers une définition, un

téléchargement d'un logiciel, un site ami ou une publicité) quand bien même ils sont identiques du point de vue du langage HTML.

La raison computationnelle peut alors se prolonger par un modèle computationnel de l'esprit mais rien n'y oblige si ce n'est cette tendance à vouloir unifier les savoirs. Cette évolution se trouve au cœur des enjeux contemporains et des débats autour de l'intelligence artificielle. Autant ces débats demeuraient affaire soit de visionnaires, soit d'experts de très haut niveau, et cela dans des secteurs industriels bien délimités (comme l'aéronautique) jusque dans les années 1980, autant la version contemporaine de l'intelligence artificielle qu'on nomme désormais *Machine Learning* parvient à pénétrer effectivement tous les secteurs de la vie ordinaire des personnes et devient sujet de préoccupation dans l'espace public. Le *Machine Learning* en effet ne repose pas sur des modèles du monde *a priori* (des ontologies) mais sur des modèles d'apprentissage à partir de jeux de données continus et volumineux qui permettent de tester des corrélations en masse. Dès lors, toute la collecte de données personnelles (qu'il faudrait plutôt nommer des traces d'ailleurs) est utile, mais leurs corrélations permettent de générer des prédictions des comportements les plus ordinaires en matière de consommation sur les plateformes d'achat en ligne, de mobilité (car la géolocalisation de toutes ces données est essentielle), de propagation de pathologies, etc. Le *Machine Learning* apprend à partir de tout et certains peuvent craindre qu'il en sache trop, car on ne sait pas clairement qui contrôle ces données, voire même qu'il prétende savoir à notre place ce que nous voulons, puisqu'il peut anticiper nos futurs comportements à partir des traces du passé pour des profils voisins. Cela permet le *retargeting* pour les placements publicitaires mais aussi la personnalisation pour des requêtes par exemple (ou « l'effet bulle »). Cette crainte constitue un des thèmes récurrents des débats sur la puissance des algorithmes et de l'intelligence artificielle en particulier.

Dans une veine techno-utopique apparemment voisine, Pierre Lévy avait annoncé tous ces changements actuels en parlant d'« intelligence collective » [1997]. Lorsqu'il mobilisait ses influences comme Teilhard de Chardin, cela l'orientait vers une pensée de cette noosphère en cours de constitution et les critiques furent impitoyables. Mais ce serait oublier qu'il a aussi contribué à la mise sur pied avec Michel Authier, des « arbres de la connaissance » [1992], méthode de cartographie des connaissances d'une institution qui peut servir de dispositif de management des expertises et de gestion des

compétences, méthode toujours utilisée en entreprise et en milieu scolaire et qu'il a d'une certaine façon prolongée avec son projet d'IEML (*Information Economy Meta Language*) [Lévy, 2017]. Or, la question posée ainsi n'est plus du tout celle de l'intelligence artificielle, ancienne ou nouvelle génération, puisqu'il s'agit d'équiper avec le numérique les conditions d'un changement collectif. Pierre Lévy définit ainsi l'intelligence collective : « C'est une intelligence partout distribuée, sans cesse valorisée, coordonnée en temps réel, qui aboutit à une mobilisation effective des compétences. » Mais elle n'est pas seulement un moyen, elle est aussi un but : « Nous plaidons ici pour que l'intelligence collective s'impose comme le produit fini par excellence. L'intelligence collective : source et but des autres richesses […] » [1997, p. 47].

Voilà une orientation nouvelle qui pourrait être donnée au débat et aux craintes sur l'intelligence artificielle. En quoi cette dernière sert-elle véritablement l'intelligence collective ? Dès lors qu'elle repose sur des captations de données et sur leur appropriation privée et opaque, qu'elle promeut un « gouvernement algorithmique » [Rouvroy et Berns, 2013] qui ne restitue pas de puissance aux collectifs, on peut considérer qu'elle est une entreprise d'aliénation qui est aveugle à ses propres conséquences et qui se paiera très cher à terme, c'est-à-dire toujours trop tard comme toutes les entreprises de la première modernisation. C'est ce que nous proposons de nommer le risque de « désencastrement du calcul », dans la lignée du diagnostic de Karl Polanyi [1948] sur l'économie qui s'est désencastrée au xixe siècle de la société pour devenir un monde séparé avec de supposées lois qui ne relèveraient plus ni de la société ni du politique.

En revanche, si les capacités de calcul du *Machine Learning* et du *Deep Learning* sont réorientées et conçues dans le but de favoriser l'intelligence collective, il n'est pas impossible d'imaginer un couplage technique/humain qui permette de redonner du pouvoir aux collectifs. Après tout, il apparaît quelque peu prétentieux ou naïf de vouloir « tuer la mort » au sens des transhumanistes, en imaginant des solutions techniques. Mais il serait nettement plus audacieux et socialement responsable de vouloir commencer par « tuer la guerre » (par exemple), objectif sans doute tout autant utopique mais qui nécessiterait véritablement une pensée de l'intelligence collective, qui traiterait l'humanité en tant que collectif et non comme accumulation d'individus. Tuer la mort pour permettre que durent plus longtemps les guerres apparaît dès lors véritablement absurde voire irresponsable, en ce

sens que ce projet ne s’embarrasse d’aucune discussion sur les finalités d’une telle entreprise et sur ce que ce serait « la bonne vie » sans la mort, puisque seuls les élus fortunés pourraient y prétendre semble-t-il. La prétention technologiste à encapsuler des finalités politiques supposées partagées dans tous les choix d’architecture numérique oblige à restituer toute sa place à la critique, et oblige les sciences sociales à s’inspirer de certains auteurs reconnus dans cette exigence.

Sociologie des algorithmes

Un travail empirique plus précis et documenté sur la fabrique de ce qu'il est convenu d'appeler l'intelligence artificielle et sur les algorithmes plus généralement est désormais disponible depuis quelques années. Des travaux spécifiques sur Google ou sur Wikipédia [Barbe *et al.*, 2015] en tant que systèmes d'orientation et de connaissances se sont développés parmi les sociologues mais font désormais partie d'un mouvement plus large de sociologie des algorithmes (ou *algorithmic studies*, ce qui était encore appelé *Software Studies* récemment[4]). Il n'est pas anodin que ce thème connaisse son émergence véritable au moment où la puissance d'agir des algorithmes du *Machine Learning* paraît à la fois plus évidente dans toutes les applications mais aussi plus opaque. Au-delà de l'introduction destinée à un large public de Dominique Cardon [2015], des inventaires académiques très complets ont été réalisés [Kitchin, 2017] et des revues comme *Réseaux* en France y ont consacré plusieurs numéros, de même que *Big Data and Society*, revue née explicitement dans ce moment. Mais la difficulté à mettre en œuvre les protocoles classiques des STS (*Science and Technology Studies*) est assez vite apparue. Florian Jaton préconise de maintenir le cap de la méthode ethnographique des études de laboratoire [Jaton, 2019] pour aller s'immerger dans des projets informatiques comme il l'a fait lui-même [Jaton, 2017]. Il a pu en rapporter une description fine des innombrables doutes et révisions qui façonnent tout projet (ici en reconnaissance d'images dans un laboratoire académique). Il a mis en évidence notamment la recherche permanente d'une « *ground truth* » qui dit bien qu'il ne s'agit jamais d'apprentissage non supervisé (à part des domaines aussi balisés que le jeu de go pour les dernières versions de AlphaGo Zero), et que la connexion aux experts du domaine reste un enjeu. Il est souvent résolu par l'appel à des tâcherons de la classification sur des plateformes de microtravail comme *Mechanical Turk* [Casilli, 2019] qui ont tendance à disparaître à l'arrière-plan une fois que le logiciel est commercialisé (ou même publié).

Les approches des algorithmes sont cependant rarement aussi internalistes que celle de Jaton, même lorsqu'il s'agit d'experts du domaine

comme Adrian McKenzie, qui peuvent prétendre programmer eux-mêmes au moins une partie de ce qu'ils étudient [McKenzie, 2017], à la mode d'une praxiographie déjà proposée par Mol [2003] pour la description de la pratique de la médecine et son commentaire de la description. Parler de « *machine learners* » comme il le fait lui permet de ne pas se focaliser seulement sur le code ni sur les programmeurs mais de prendre en compte toutes les médiations qui font tenir un espace construit par 6 opérations : « vectorisation, optimisation, probabilisation, *pattern recognition*, régularisation et propagation » [p. 40]. Les tables, déjà évoquées avec Goody, sont selon lui remplacées par un espace vectoriel. « Dans les pratiques vectorisées et matricielles de l'espace vectoriel, le *Machine Learning* produit pour la première fois une "métatable" qui ne peut être présentée sur une surface, une page ou un écran » [p. 75]. Son approche philosophique se fonde sur Foucault et Whitehead mais elle est appuyée par un travail empirique bien loin d'une étude de cas ou d'une ethnographie. L'auteur mobilise ainsi une analyse des publications en *Machine Learning* et des challenges Kaggle. Il s'agit d'un concours entre *data scientists* pour traiter des sets de données mis à disposition par des organisations qui parfois fournissent un prix. Tout le travail est publié en *open source* ainsi que les commentaires qui permettent de comprendre les choix et les erreurs des « *kagglers* » et le gain du prix constitue avant tout un crédit réputationnel dans la communauté des développeurs. Nous avons effectué un travail d'analyse de ces challenges [Boullier et El Mhamdi, 2019] pour montrer comment les praticiens du *Machine Learning* mobilisaient des algorithmes très différents sans s'affilier à une des écoles présentées par Domingos. La question essentielle se trouve être le plus souvent un problème de faisabilité ou de « *computability* » qui oblige à évaluer la complexité d'un problème selon les échelles de complexité, comme l'avaient initié Church et Turing [1938] : le temps, les ressources de calcul, le volume de données conduisent bien souvent à des choix contraints et cette expérience est valable dans toutes les pratiques des *machine learners*.

Cécile Méadel et Guillaume Sire (en introduisant un numéro de la revue *Réseaux* consacré à « décoder les programmes ») ont pu faire l'inventaire des orientations possibles en « *Software Studies* » et « *Critical Code Studies* » selon qu'elles s'intéressent à « ce que le code fait », à « de quoi il est fait » et à « ce qu'il transporte ». La question « de quoi est fait le code » a été travaillée par plusieurs chercheurs, notamment Bernhard Rieder

[2012]. Une généalogie est certes toujours nécessaire, mais sur le même « *a priori* historique », il compare le *Page Rank* de Google à un autre algorithme de classement de l'information, HITS. Des logiques culturelles et politiques différentes peuvent en effet entraîner des classements différents. Lorsque la généalogie permet de remonter aux emprunts effectués d'un domaine à l'autre, comme depuis la sismologie vers la police prédictive [Benbouzid, 2017], on se rend compte de l'abus de prétention scientiste de la part de certaines firmes. Les algorithmes de PredPol sont en fait de la gestion de l'action policière mais prétendent s'appuyer sur les vertus prédictives d'un algorithme issu de la sismologie, dont l'auteur, retrouvé et interviewé en détail par Benbouzid, dit clairement qu'il ne considère pas qu'il faisait de la prédiction des répliques car son algorithme n'était qu'une phase dans la constitution d'un modèle de compréhension des processus sismiques, dans une démarche scientifique classique. C'est là un des malentendus les plus fréquents exploités commercialement : le *Machine Learning* n'est en rien « scientifique », c'est de l'ingénierie, sophistiquée certes, mais visant à trouver des solutions algorithmiques à des problèmes et non à formaliser un processus. On peut même dire que l'apprentissage se forge contre les méthodes de modélisation du monde pratiquées par les générations précédentes des ontologies, car comme le disait Jelinek, chercheur en ingénierie linguistique dès 1988, « à chaque fois que je vire un linguiste, mon système de reconnaissance de la parole progresse », puisque tout est statistique et recherche de minimisation de l'erreur.

C'est ce qu'on peut retrouver aussi dans la généalogie appuyée sur une comparaison entre les traits fondamentaux des diverses versions de l'intelligence artificielle qui a été réalisée par Dominique Cardon, Jean-Philippe Cointet et Antoine Mazières [2018]. Lorsqu'ils étudient la genèse des machines prédictives, c'est avant tout à l'approche inductive qu'ils s'intéressent. Dans une formule frappante et délibérément clivante, ils fondent la différence entre les approches symboliques et les approches connexionnistes de cette façon : « Alors que les concepteurs des machines symboliques cherchaient à insérer dans le *calculateur* et le *monde* et l'*horizon* (*les objectifs ou les sorties attendues*), la réussite actuelle des machines connexionnistes tient au fait que de façon presque opposée, ceux qui les fabriquent vident le *calculateur* pour que le *monde* se donne à lui-même son propre *horizon*. » Cette différence permet de résumer l'histoire

de ce qui a été artificiellement regroupé sous le nom d'intelligence artificielle dans le tableau suivant :

Tableau 3.2

Machine	Monde	Calculateur	Horizon
Cybernétique (connexionniste)	Environnement	« Boîte noire »	*Negative feedback*
IA Symbolique (symbolique)	Monde « jouet »	Raisonnement logique	Résolution de problème
Système expert (symbolique)	Monde de connaissances expertes	Sélection des hypothèses	Exemples/ Contre-exemples
Deep Learning (connexionniste)	Le monde comme vecteur de données massives	Réseau de neurones profond	Optimisation de l'erreur sur objectif

Source : CARDON, COINTET et MAZIÈRES, 2018.

On notera que ce tableau est bien différent de celui décrit par Domingos [2015] et qu'il a tendance à « suivre les acteurs », en l'occurrence ceux du connexionnisme dans leur vision du domaine mais il a le mérite de raconter une histoire qui permet aux non-experts de reprendre prise sur ce monde qui, selon nous, a tendance à se désencastrer. En restant plus proche des raisonnements statistiques, Julien Boelaert et Étienne Ollion [2018] entreprennent une comparaison systématique des performances des modèles paramétriques (régression linéaire) et du *Machine Learning* pour montrer que la validation mathématique du ML est impossible et que l'interprétabilité des résultats (et leur validation mathématique) est remplacée par la prédiction. Ils admettent cependant en suivant [Breiman, 2001] qu'une interprétation correcte (dite explication) et une bonne prédiction peuvent marcher main dans la main [p. 485]. Leur démonstration plaide de fait pour une prise en compte des échelles de complexité algorithmique des problèmes traités, ce qui débouche chez eux sur une division du travail simple entre ML et modèles paramétriques.

Il est aussi nécessaire de réencastrer le *Machine Learning* dans les organisations qui le mobilisent, pour éviter le même désencastrement déjà expérimenté avec l'économie [Polanyi, 1948]. Les travaux qui replacent les algorithmes au travail dans les organisations sont indispensables [Vayre, 2018]. Jean-Sébastien Vayre a cultivé cette approche qui lui permet de comparer plusieurs entreprises où s'implante du *Machine Learning*. Il en conclut qu'à cette occasion s'effectue un véritable « travail de socialisation algorithmique », à travers notamment cette activité clé du « *feature engineering* » qui débouche sur une transformation des environnements

d’apprentissage, de traitement et des finalités politiques (maximiser les préférences des utilisateurs, minimiser leur désorientation). Loin d’enregistrer le monde ni même des traces du monde, le ML redéfinit le cadre organisationnel et cognitif collectif.

On trouve un même souci chez Drumond *et al*. [2018] qui se focalisent sur les algorithmes de recommandation de Netflix. Pour rendre compte de ce qu’ils analysent en fait comme une prescription en attribuant un pouvoir d’agir à l’algorithme, ils se fondent sur une étude à double aspect : la documentation des algorithmes produite par Netflix entre 2009 et 2015 et l’étude systématique des interfaces, qui sont en fait les deux seules méthodes pour entrer dans la logique de la prescription lorsqu’on ne peut pas accéder au code.

Enfin, dans une logique plus proche des « *Infrastructure Studies* », il est aussi nécessaire de revenir sur le « *back-office* » de la production des données [Denis, 2018]. L’auteur montre notamment la division genrée du travail de la donnée dans l’histoire de l’informatique. L’*Open Data*, replacé dans ce contexte de ces activités scripturales, suppose tout un travail de « brutification » de la donnée pour la rendre opérable, bien loin de cette supposée disponibilité de « données brutes » déjà là. Dans une veine plus philosophique et originale, Mélès [2017] entreprend une typologie des horloges qui organisent l’activité du système d’exploitation Unix pour produire des temporalités différentes et coordonnées.

Éducation numérique

Lire des listes, des tableaux, des cartes suppose un apprentissage élémentaire mais lire un programme, une base de données ou des réseaux constitue un effort bien plus grand car ce sont des conventions précédemment ancrées qu'il faut déstabiliser voire désapprendre pour percevoir et manipuler mais aussi pour s'orienter dans les savoirs. Il ne suffit pas de se reposer sur la qualité du design et de l'ergonomie, depuis les interfaces « *user-friendly* » des années 1990 jusqu'à la « *user experience* » des années 2010. Les sciences sociales se sont peu intéressées aux enjeux d'appropriation de type ergonomique car leurs outils d'exploration sont souvent inadaptés à première vue et pourtant les travaux de Lucy Suchman [1987] sur la cognition située ont permis de relier étroitement activité de manipulation et activité sociale. Laurent Thévenot, Bernard Conein et Christian Licoppe notamment ont produit une version pragmatique de cette sociologie cognitive qui s'intéresse à ces ajustements fins en situation. Plusieurs régimes d'engagement ont été mis en évidence qui ont toute leur pertinence dans le contexte numérique comme nous l'avons vu précédemment.

La place des objets, largement mise en avant par la théorie de l'acteur-réseau, a, elle aussi, été reconsidérée en combinant bien les différentes médiations, sans se laisser fasciner par la transparence, l'immédiateté et l'intuition sans cesse vantées par les promoteurs des technologies qui oublient rapidement tout le travail d'apprentissage caché et surtout de désapprentissage nécessaire pour ces appropriations. Les situations de travail décrites par Licoppe [2008] et les savoir-faire de multi-activité qui apparaissent exigent des apprentissages qui ne sont pas toujours formalisés mais qui changent les façons de travailler et de penser. Ainsi, cette multi-activité est souvent considérée comme catastrophique pour les tenants d'une forme de centrage sur une tâche unique notamment pour les apprenants. Or, Licoppe montre bien aussi ce qui est gagné dans cette capacité à exploiter des ressources et des canaux différents, à savoir une veille à plusieurs niveaux qui était déjà observable dans nombre de postes de travail non numériques (l'attention périphérique que des ethnométhodologues [Heath

et al., 2000]) ont étudiée) mais qui se trouve amplifiée et est devenue indispensable pour des internautes ordinaires.

Ce couplage des corps engagés dans l'action avec les dispositifs techniques qui les équipent constitue une des clés d'une appropriation satisfaisante et les sciences sociales ne peuvent ignorer ces enjeux, sous peine d'en rester à des généralités critiques ou enthousiastes. Repérer notamment les modes de constitution de ces couplages, par des apprentissages formels, par des entraides, par des expériences parfois douloureuses (échecs, pannes) ou par des habitudes gagnées avec le temps, constitue une tâche indispensable pour comprendre comment l'orientation dans les savoirs est désormais couplée avec l'action, avec une action équipée, et équipée par des dispositifs qui formatent les façons de faire et de penser.

Au-delà de ces micro-apprentissages et ajustements, l'éducation représente un enjeu essentiel pour mesurer la transformation numérique en cours. De nombreuses disciplines s'y consacrent depuis des décennies, pour tous les âges, pour tous les métiers ou domaines de connaissance. Tout s'est passé jusqu'ici comme si les techniques numériques pouvaient constituer soit un domaine à part réservé à quelques formations d'ingénieurs ou de techniciens, soit un équipement de base équivalent à un mode d'écriture plus performant. Le code comme savoir-faire central, la remise en cause radicale de la pédagogie et du rôle de l'enseignant et des apprenants, ou encore la déstabilisation des frontières entre savoirs étaient certes portés par quelques innovateurs mais n'avaient jamais atteint les systèmes éducatifs en profondeur. Il semble que les temps soient mûrs pour cela, en raison avant tout de l'arrivée de nouveaux entrants qui sont prêts à déstabiliser tous les principes de diffusion et d'appropriation des connaissances à leur profit.

Des âges de l'éducation numérique

Les années 1980 et 1990 furent ainsi des années d'équipement progressif des établissements d'enseignement depuis la micro-informatique du « Plan informatique pour tous » en France en 1985 jusqu'aux tableaux interactifs et aux tablettes distribuées par les conseils généraux dans les collèges des années 2010 en passant par tous les avatars du cartable électronique des années 2000. L'absence de compréhension des enjeux du numérique se lisait bien dans cette course aux équipements, certes visibles et valorisables

par le politique, mais à peu près inutiles sans un long processus de formation des enseignants, de changements de méthodes pédagogiques, de production de ressources adaptées et de compréhension de ce qui devenait possible pour les apprentissages. De même, pour l'enseignement supérieur, le développement du e-learning de la fin des années 1990 a été suivi voire remplacé par celui des Universités numériques thématiques (UNT) en France au milieu des années 2000 puis par celui des MOOC depuis 2012. Dans cette lignée cependant, se construit une accumulation de savoir-faire qui peuvent petit à petit se combiner :

– systèmes de LMS à partir du *e-learning*. Les *Learning Management Systems* comme Moodle permettent d'organiser le suivi personnalisé d'une promotion, étudiant par étudiant, les aspects administratifs, les travaux et les contenus étant structurés sur la même plateforme ;

– productions de contenus multimédias avec les UNT : corpus de documents, de parcours, domaine par domaine, avec des médias riches en vidéos et en visualisation, mutualisables entre établissements ;

– diffusion de masse avec format commun pour les MOOC : plateformes performantes pour traiter des milliers de connexions simultanées à haut débit pour des contenus faits de vidéos, de quiz et de forums, selon des scénarios et des interfaces standardisés.

Chacun de ces maillons constitue ainsi une base pour une rénovation pédagogique qui, à tous les niveaux de formation, se fait attendre cependant et particulièrement en France. Mais ces mêmes briques technologiques peuvent être exploitées pour maintenir une tradition du cours face à face, unidirectionnel, seulement agrémenté par quelques ornementations participatives de-ci de-là. Nombreux sont les travaux qui se contentent de suivre à la trace les usages de ces nouveaux outils, génération après génération et mode après mode, sans apporter autre chose qu'un verdict sur les retards comparés entre pays, régions, groupes sociaux, etc. dans le sens de cette supposée « fracture numérique » qui n'apprend rien. Des outils plus ordinaires et pourtant diffusés massivement dans l'enseignement passent ainsi sous le radar, comme c'est le cas pour Powerpoint, qui a modifié considérablement les présentations et les modes attentionnels, pour le pire et pour le meilleur, mais qui mérite en tout cas d'être étudié et considéré comme l'un des supports essentiels de la mutation numérique des apprentissages, ainsi que le montre V. Beaudoin [2008] dans le contexte professionnel.

À l'opposé de ces travaux nécessaires sur les pratiques les plus ordinaires et les plus diffusées (dans la lignée des approches pragmatiques et de cognition située déjà évoquées), il manque encore souvent de travaux qui mettent en perspective les mutations des structures mêmes de l'éducation au niveau mondial provoquées par le numérique mais surtout par de nouveaux entrants puissamment équipés par le numérique. Les travaux de P. Moeglin [2010] le font cependant depuis longtemps et rendent compte de ces évolutions en termes « d'industries éducatives » ce qui dit bien la division du travail et l'apparition de nouveaux entrants au moment de l'émergence de ces nouveaux formats. Malgré la tendance très nette à un effet « *techno-push* », des innovations pédagogiques réelles sont proposées dans certains pays ou certains établissements, telles que les cMOOC (ou MOOC connexionnistes qu'avaient initiés les Québecois en 2008).

Le pluralisme des politiques éducatives à travers les plateformes numériques

Plusieurs politiques des apprentissages numérisés sont en effet disponibles mais aussi en conflit. Pour résumer rapidement cet état des lieux en se limitant à l'enseignement supérieur [Raffaghelli *et al.*, 2015], les plateformes des MOOC constituent le front avancé de la prédation des contenus et des expertises des universités par des entités (plateformes) qui visent à centraliser tous les accès à des blocs de savoirs déjà constitués, peu sujets à discussion et reproductibles à faible coût marginal (c'est-à-dire sans encadrement pédagogique personnalisé) [Boullier, 2014]. Les enseignements ainsi dispensés deviennent des labels validés sous forme de certificats aisément repérables par les recruteurs car reposant sur la réputation des marques des grandes universités puis des plateformes (Coursera et EdX sont les plus connues à l'échelle mondiale [Pomerol *et al.*, 2014]) qui visent à capter cette réputation. La remise en cause des diplômes est ainsi engagée, ces formations associant des contenus variés utiles professionnellement mais aussi nécessaires pour l'honnête homme pour des objectifs personnels, citoyens et de long terme. Le contexte économique de financiarisation des formations et d'endettement massif des étudiants que l'on connaît aux États-Unis explique en grande partie cette tendance mais s'étend partout

dans le monde sous la pression de politiques libérales de réduction des dépenses publiques.

Cette mutation n'est donc pas provoquée par le numérique, le numérique est capté par les dynamiques capitalistiques actuelles pour pousser à une financiarisation de l'enseignement supérieur avant de pouvoir s'attaquer aux autres niveaux. Et cela suppose une certaine organisation des savoirs : des savoirs bien formatés, aisément découpés en éléments recombinables, à coût marginal nul, supposés univoques quels que soient les pays, les cultures ou les métiers, et mis en scène pour une captation d'une durée d'attention brève ou tout au moins segmentée en unités brèves, pour rester compatibles avec les exigences d'audience. Mais cette politique ne constitue qu'un des possibles comme le montrent les MOOC connexionnistes [Moeglin, 2014] qui s'inspirent de théories de l'apprentissage du xxe siècle comme celle de Lev Vygotski [1985]. Ici, c'est la position active et collaborative de l'apprenant qui prétend favoriser l'appropriation des connaissances, qui ne sont plus des « savoirs en boîte » mais bien des connaissances en action et en collectif. Les qualités multimédias des supports sont les bienvenues sans nul doute mais les plateformes doivent avant tout valoriser les qualités coopératives avec des forums évolués, des activités collectives créatives sans rapport avec des quiz, un accompagnement par les pairs et par les tuteurs qui assure le soutien dans les phases de décrochage toujours très fréquentes dans l'enseignement en ligne.

Des visées pédagogiques différentes, pour des valeurs différentes s'appuient ainsi sur une structuration des connaissances différente et des techniques de plateformes différentes. La difficulté à préserver le pluralisme de ces offres pédagogiques n'est pas le fait du numérique, qui permet tous ces choix différents, mais bien des captations de ses ressources par quelques entrants puissamment financés qui captent l'attention et les peurs de tous les décideurs qui s'empressent de suivre les leaders autoproclamés que sont les plateformes, américaines en l'occurrence. Le processus des plateformes et de centralisation de fait des réseaux numériques, déjà observé avec Google, est donc encore en train de se rejouer et c'est lui qui dessine une sub-politique des savoirs, que personne n'a délibérément choisie mais qui devient à chaque fois plus difficile à réviser, car les investissements comme les audiences s'installent durablement. Dans cette affaire, il est certain que les médiateurs institués des savoirs que sont les enseignants et leurs

institutions peuvent se faire du souci car ces métiers sont déjà mis en cause par ces nouveaux entrants comme c'est le cas dans tous les secteurs. Les positions défensives souvent adoptées pour préserver les situations acquises sont condamnées à l'impuissance face à la force de frappe et de séduction de ces nouvelles offres. Cependant, les retombées très décevantes en matière de complétion des cours par les étudiants et la rentabilité restreinte des autres initiatives par l'effet plateforme lui-même (qui suppose une forme de monopole) ont calmé les prophètes de la révolution éducative supposée portée par les MOOC ou ont conduit certaines plateformes à préférer cibler la formation continue des entreprises (Udacity, Corpacademia), nettement plus rémunératrice. Cependant, des sociétés plus spécialisées ont pu générer des offres originales qui constituent des offres d'expérience éducative originale, comme Open Classrooms (issu du site du Zéro) ou Digischool, qui peuvent offrir aussi des formes coopératives ou de coaching souvent très demandées.

Pour construire la réputation des plateformes, des indicateurs quantitatifs et la construction de profils types pour un suivi personnalisé sont devenus des standards. Les « *Learning Analytics* » se sont développées [pour un bilan très précis voir Peraya, 2018] pour suivre cette granularité des performances. La collecte massive de données permet aussi de mobiliser le *Machine Learning* pour la détection de *patterns* dans les comportements des étudiants en ligne pour mieux adapter l'offre aux objectifs des cours. Il est trop rare cependant qu'un véritable cadre conceptuel pédagogique soit mobilisé pour exploiter ces données qui se résument alors à des dispositifs de gestion comme dans toute entreprise. Pourtant, les recherches existent en sciences cognitives et en sciences computationnelles pour inventer des dispositifs de suivi et de retour orientés vers la réflexivité des apprenants et des formateurs, au point de déboucher par exemple sur un concept d'*orchestration* des activités en classe [Dillenbourg *et al*., 2018]. La comparaison systématique et mesurée des effets des environnements numériques d'apprentissage humains (EIAH) permet de vérifier le pouvoir d'agir des technologies, comme par exemple le rôle des vidéos, très utilisées dans les MOOC [Cisel, 2017].

À l'opposé, la focalisation sur la mise en place d'une nouvelle matière que serait le code ou tout au moins l'algorithmique ne remet pas en cause les modèles pédagogiques si elle se traduit par la diffusion de masse de

recettes et de procédures comme le font souvent les MOOC en informatique.

En revanche, l'esprit et la culture numérique, celle des *hackers* et du logiciel libre, peuvent constituer les bases d'un nouveau modèle de formation. La culture projet, la formation par l'immersion dans la conception de services ou de logiciels, la participation à des *hackathons* ou des *bar camps*, les partages de connaissances et de compétences sur des plateformes de l'économie collaborative, toutes ces méthodes privilégient l'action et l'exploration par rapport aux concepts, le collectif contre l'individuel, les savoirs complexes contre les disciplines, la créativité contre la mémoire et la répétition. Cette effervescence possède au moins une vertu : apprendre à apprendre en situation d'incertitude puisque le numérique offre au moins cette certitude, la disqualification rapide des savoirs anciens ou tout au moins leur moindre pertinence pour éclairer l'avenir. Ce ne sont plus les institutions ni les médiateurs qui sont ici questionnés mais la possibilité même d'apprentissages durables qui sont toujours un pari sur l'avenir.

Écrire/publier

La remise en cause des médiateurs de l'éducation ne fait que suivre celle qui a atteint bien plus sévèrement les professions établies des journalistes, des éditeurs, des médias et des industries culturelles en général. Les évolutions techniques semblent parfois décisives dans cette mutation mais là encore c'est avant tout leur mise en forme organisationnelle et économique qui donne l'orientation précise du changement. Ainsi, la prolifération des blogs a été permise par l'offre de plateformes de publication, aussi diverses que Wordpress ou Skyblog, exploitant les principes des CMS. Leur suivi possible *via* des flux RSS a créé les conditions d'une captation d'audience. Lorsque le micro-blogging, comme on appelait Twitter à ses débuts, s'est développé, les principes du suivi par des « *followers* » ont été institués et ont produit une réputation toute nouvelle pour des auteurs qui s'ignoraient.

Pourtant, ce n'est pas cette prolifération des auteurs qui a vraiment déstabilisé les journaux en premier. Ce sont avant tout les succès des petites annonces de Craigslist qui ont menacé les journaux américains, qui ont perdu ainsi une source de revenus essentielle. Le modèle économique des

journaux était fragile et jouait sur la combinaison de fonctions (service annonces et publication de contenus) qui masquait l'impossibilité de faire financer les contenus en tant que tels pour équilibrer un journal. Plus généralement, le financement d'Internet par la publicité depuis que le réseau a quitté le giron de la NSF en 1995, a produit une concurrence féroce pour attirer ces budgets des marques sur des supports toujours plus nombreux, notamment depuis que les réseaux sociaux ont pris leur essor à partir de 2005.

Les oppositions stéréotypées entre nouveaux médias et anciens médias ont cependant été largement remises en cause par l'observation de leur combinaison voire de leur coopération dans un écosystème que Yochai Benkler [2006] a désigné sous le nom d'« *attention backbone* », la colonne vertébrale de l'attention. Les médias de masse traditionnels (et notamment la télévision qui reste insubmersible en matière d'audience) reprennent des blogs et des tweets pour amorcer leur traitement de l'actualité et ces derniers font une large place à la citation des médias sous diverses formes dans leurs *posts*. Ce chaînage permet à Benkler de rappeler que « *everyone a pamphleter* » n'est pas un slogan aussi aisé à vérifier à l'observation. Franck Rebillard [2012] a examiné en détail cette question de la place d'Internet dans la chaîne d'information, du point de vue du pluralisme, renforcé ou non, des médias et des opinions, qui sont deux questions différentes, sans oublier la diversité sociale représentée dans les médias [Macé, 2013]. Le bilan de l'enquête conduite autour de 2010 [Marty *et al.*, 2012] est résumé de la façon suivante : « La multiplication des sites est certes synonyme de redondance de l'information, mais elle ouvre aussi des espaces pour des nouvelles plus originales. Les sites moteurs du "matraquage médiatique" sont principalement les infomédiaires, et les médias en ligne dans une moindre mesure, tandis que certains blogs et sites natifs d'Internet sont plutôt les artisans de l'originalité éditoriale. »

On mesure ainsi la parenté avec le principe des oligopoles à frange de toute l'industrie culturelle, où la diversité et la création sont générées à la périphérie des grands majors. La diversité des offres rejoint et entretient ou non la diversité des modes attentionnels du public, sur lesquels nous reviendrons à la fin de ce chapitre.

L'information proliférante et en temps réel

La presse et les médias en général sont contraints à une réorganisation sévère comme l'a montré le début des fermetures de journaux aux États-Unis dès lors que les petites annonces étaient proposées par Craigslist : il est alors apparu que le modèle économique des médias n'était pas directement lié à la qualité des contenus qu'ils proposaient et à la capacité à capter l'attention des publics mais bien à des services annexes mais rémunérateurs, comme les petites annonces, la publicité ou même… les obsèques. Un modèle d'orientation dans les savoirs et de contribution à la vitalité de l'espace public était en réalité fondé sur une autre transaction qui s'est trouvée attaquée par de nouveaux entrants. Pire encore, de nouveaux entrants producteurs de contenus concurrents ont fait leur apparition, des *pure players*, fournissant uniquement des contenus et des services en ligne et évitant ainsi les charges de la fabrication et de la diffusion sur d'autres supports. Il est même possible de considérer les lecteurs eux-mêmes comme de nouveaux entrants, car leur faible contribution sous forme de « Courrier des lecteurs » a été remplacée par une production massive de commentaires, de blogs, de *posts* dans les réseaux sociaux, etc. Face à une telle prolifération de sources d'information, l'espoir s'est maintenu de jouer encore de l'autorité des médias pour orienter l'attention du public et fournir les grilles de lecture nécessaire. Mais force fut de constater que les services numériques nouveaux ne permettaient pas de compenser les pertes des recettes de la presse papier ou des médias en général aussi rapidement que prévu.

L'étude de ces bouleversements a été faite par Pablo Boczkowski [2004, 2010] ou encore Alice Antheaume [2013], en prenant le parti pris de comprendre de l'intérieur les transformations du travail des journalistes. Leurs observations montrent que les journalistes tentent de garder cette distance et cette capacité d'analyse qui a fait leur réputation mais se sentent de plus en plus sous pression du temps réel. Une division du travail s'installe entre ce temps réel « chaud », fort bien équipé et amplifié par Twitter, le temps « tiède », de l'actualité éclairée et le temps « froid » des enquêtes de longue durée et des dossiers. Ce temps froid trouve aussi un renfort grâce au numérique et à cette absence de contrainte de longueur qui était le propre des journaux papier notamment (au point de promouvoir désormais un « *slow Web* » parfois, et d'atteindre aussi une prolifération de liens difficilement gérable).

Cependant, ce temps réel se traduit, comme le montre Alice Antheaume, par un changement de posture du journaliste. Son travail de veille devient considérable, jusqu'à nécessiter le suivi de 1 000 comptes Twitter en permanence, la présence sur le « *live* » sur les sites de presse comme sur Facebook devient impérative dès qu'un événement capte l'attention, la course à la primeur de l'annonce constitue désormais un critère de qualité (« *Tweet first, verify later* ») qui déclasse tout le reste en « *old* ». On le voit, la mise en forme des connaissances produite par ces conditions de production n'est pas anodine, en particulier dans le domaine de l'information supposée contribuer à la construction de l'opinion publique et à la vie démocratique. Les promesses du « *data journalism* » ne sont pas négligeables mais elles se limitent souvent pour l'instant à un « *fact checking* » qui doit lui aussi répondre dans l'urgence face à toutes les annonces des politiques ou d'autres responsables. Mais, comme le dit Alice Antheaume, la posture du journaliste est aussi affectée par la possibilité de connaître son audience, et cela en temps réel, avec les tableaux de suivi analytique ouverts en permanence sur l'activité du site et sur la performance de chaque *post*.

S'adapter aux contraintes des moteurs de recherche pour assurer la meilleure visibilité de sa publication fait partie désormais d'une seconde nature qui modifie l'écriture elle-même, sa titraille, ses liens, le nombre de mots liés à la thématique, etc., toutes contraintes que les SEO (*Search Engine Optimizer*) savent prendre en compte. Entre-temps réel et adaptation aux publics et aux contraintes de visibilité fixée par les moteurs et surtout Google en Europe, le temps n'est plus éloigné (et en partie déjà arrivé) où des algorithmes pourront repérer les sujets porteurs et les adapter à l'audience du journal en sélectionnant les termes les plus pertinents pour les moteurs de recherche. Antheaume utilise l'expression suivante qui vaut programme de recherche très tardien : « À l'ère numérique, ce sont les informations qui trouvent les lecteurs plutôt que l'inverse » [Antheaume, 2013, p. 43]. Ce qui devrait modifier à terme considérablement les programmes de recherche en sciences sociales qui tentent de comprendre la réception.

Les travaux que rassemblent Josiane Jouët et Rémy Rieffel [2013], en France ou à l'étranger (comme l'ont fait Fabien Granjon et Aurélien Le Foulgoc [2011] de leur côté), permettent de repérer les modalités attentionnelles variables selon les supports : le zapping (pour les médias mais aussi pour les agrégateurs d'information), la recherche opportuniste

(en sérendipité en partie), ou la consultation approfondie (qui a toujours sa place notamment sur Internet). Cela indique bien le nécessaire abandon du modèle habermassien de l'espace public très délibératif face à la prolifération des espaces de conversation et d'expression. Ce que fait le numérique en propre dans cette chaîne de production et de réception de l'information est pour l'instant encore une ouverture et une amplification des possibles assez variés mais certaines des tendances observées (temps réel, prolifération, centrage audience) indiquent que quelques-unes gagnent plus nettement avec les risques que cela peut comporter sur l'espace partagé de connaissances. Arnaud Mercier [Mercier et Pignard-Cheynel, 2017] fait l'étude détaillée des fonctions du hashtag qui peut être considéré aussi comme un dispositif de captation de l'attention et d'orientation : axiologique (un jugement), humoristique, grappin (qui agrège des références). Les auteurs de l'ouvrage collectif décrivent ainsi un « style Twitter » qui suppose un apprentissage pour mobiliser toutes les ressources de la plateforme. À noter cependant que cet apprentissage se révèle très limité à certains publics, dont les journalistes et les hommes politiques (dont Trump est le champion incontesté), ce qui donne une visibilité remarquable à Twitter mais tord l'espace public dans le sens des réplications à haute fréquence au point selon nous de le dissoudre. Benkler *et al*. [2018] replacent cependant cette dérive vers des boucles de propagande dans une évolution politque plus générale (une « polarisation asymétrique ») en refusant de l'attribuer aux spécificités des réseaux numériques. Il est vrai que cette haute fréquence, si éloignée de tout esprit de délibération ou même de discussion, est aussi amplifiée par les chaînes d'information continue que nous appelons « répétitives », qui fonctionnent en permanence et en boucle le plus souvent. La couverture en longue durée des événements majeurs par ces chaînes les oblige ainsi à faire appel aux contributions des internautes qui, à l'aide de leur téléphone, se sentent devenir reporters en herbe, sans doute en quête de leur quart d'heure de notoriété médiatique promis par Andy Warhol [Aubert *et al*., 2018]. Le passage du blog au vlog (vidéo blog) est désormais complété par l'usage systématique de la vidéo live (YouTube, Facebook, Telegram ou autre). C'est dire la concurrence pour l'attention provoquée par cette prolifération de sources et la désorientation possible qui nourrit la défiance généralisée vis-à-vis des médiateurs professionnels que sont les journalistes. L'attirance de cette profession pour les réseaux numériques et pour Twitter en particulier pourrait alors s'apparenter au

baiser du diable. Et tout le travail des « nettoyeurs du net » [Smyrnaios et Marty, 2017], des modérateurs invisibles des commentaires sur les sites des médias, ne suffit pas à rétablir cette confiance.

Nous verrons dans les approches économiques les enjeux de l'édition électronique (en dehors de la presse) et des mutations qu'elle doit affronter. Les pratiques de lecture et d'orientations dans ces savoirs [Souchier *et al.*, 2003] publiés sur imprimé ou en numérique mais accessibles en ligne dans les deux cas, voient quantité d'expériences, de tentatives, d'essais-erreurs, sur les terminaux (tablettes ou phablettes, téléphones-tablettes ?) ou sur les formats : le livre numérique [Benhamou, 2014] reste largement homothétique, c'est-à-dire qu'il reproduit les propriétés de l'imprimé au point de simuler le bruit de la page qui se tourne, alors qu'il est déjà possible d'inventer non seulement un livre multimédia mais en même temps une nouvelle forme d'écriture pour les créateurs [Boullier, 2011] qui peut conduire les humanités à la « dé-livrance » comme le proposent Dominique Vinck et Claire Clivaz [2014]. C'est aussi ce que Frédéric Kaplan [2012] propose en annonçant la transformation du livre en machine.

Les formats

Il est un point commun à toutes les industries culturelles qui mérite une investigation particulière car il est au cœur de l'économie de l'attention qui nous gouverne. L'orientation dans les savoirs dépend largement des formats qui permettent l'accès à ces contenus. Or, ces formats sont tous issus d'une histoire dans la longue durée, car il faut que les conventions de lecture se construisent dans la longue durée en miroir des conventions d'écriture. Ce principe est valable dans tous les domaines de production de contenus culturels. Et le numérique a tendance à proposer une révision de tous ces formats qui prend appui sur le caractère décomposable du code informatique qui met en forme tous les contenus, décomposable mais aussi recomposable à volonté par l'effet de standards ou de normes qui assurent l'interopérabilité. Bolter et Grusin [2001] avaient appelé ce processus à la fois technique, social et sémiotique, la « remédiation » dans un ouvrage du même nom et ce terme nous paraît très juste car il prend au sérieux le pouvoir d'agir de chacune de ces médiations. Prenons l'histoire des formats musicaux, largement documentée, notamment par Tournés [2008] et Flichy [1991].

Nous ne reviendrons pas sur l'histoire pré-numérique que nous avons déjà présentée dans le chapitre historique. Le numérique a semblé pendant un temps maintenir la dualité des formats entre longue durée (les albums 33 tours) et courte durée (les singles 45 tours). Le CD à gravure laser agrège des morceaux courts, mais malgré cette force et ce succès du CD, considéré comme le format de longue vie, l'effondrement du chiffre d'affaires de 50 % entre 2002 et 2007 va marquer les esprits dans toutes les industries culturelles. Cette faillite est le prototype de ce que toutes les autres industries de contenus et les institutions culturelles peuvent désormais craindre [Benhamou, 2011]. Que s'est-il passé ? Nous l'avons déjà indiqué précédemment, toute la faute sera attribuée au MP3. En fait, ce n'est pas là non plus le numérique qui est en cause (le CD était aussi numérique) mais un changement radical de médiateurs, de plateformes et de formats.

En effet, Napster, lancé en 1999 et fermé en 2001, inaugure l'ère des téléchargements massifs qui s'étendent désormais à tous les biens culturels. Les plateformes deviennent dans ce cas des médiateurs très modestes qui s'effacent au profit de la « foule » des internautes. Mais ce faisant, elles changent la nature des formats qui circulent : les albums qui faisaient la loi pour la diffusion des CD sont remplacés par les morceaux de quelques minutes (l'ancien format défini par le gramophone et la radio à la fois) qui circulent plus vite et sont largement diffusés sur les radios, qui bouclent ainsi cet « *attention backbone* ». Seul Apple, un nouvel entrant, réagit rapidement en 2003 avec iTunes qui change la donne radicalement et lui permet d'étendre son influence dans l'industrie musicale à partir de son point d'entrée original qu'était le terminal iPod. La plateforme iTunes présente une innovation qui va devenir le standard pour tout le marché : le micropaiement au morceau (et non plus à l'album) et à un prix acceptable (0,99 cts le morceau). Le format change tout, tant du point de vue de l'attention, de la circulation et de la monétisation, dès lors qu'on adapte la plateforme pour cela et non pour continuer à vendre un format d'album obsolète où le consommateur avait vite compris que les deux tiers des morceaux étaient de moindre qualité par rapport aux titres phares. Depuis, les majors ont dû accepter les conditions d'Apple qui doit lui-même absorber désormais le choc d'un nouveau mode de diffusion, le *streaming*, porté par Spotify et Deezer notamment.

Car l'innovation numérique n'a pas de fin, rappelons-le, et la partie n'est jamais terminée. Mieux même, d'anciens formats peuvent revivre, car au fond, le *streaming* reproduit la radio, sur un mode personnalisé en playlists de son choix. Tout ce processus a certes reposé sur une production de normes internationales avec des groupes d'experts (le « format » MP3) qui permet à la fois la compression avec des compromis sur la qualité, l'exploitation de métadonnées, et ainsi la description pour la recherche et enfin l'interopérabilité entre supports avec des niveaux de résolution différents mais avec la même source de travail (« *edit once, publish many* »). Mais les formats cognitifs et commerciaux sont, eux, issus d'une histoire plus longue et plus conflictuelle qui produit les conventions qui vont affecter en profondeur les comportements. Notons cependant que dans ce processus, les utilisateurs ordinaires ou les *geeks* ont joué un rôle non négligeable par les plateformes de téléchargement qu'ils ont installées et approvisionnées. Ce changement constitue un point de non-retour dans toutes les politiques des formats. Le rôle des lecteurs, auditeurs, spectateurs, etc. est désormais incontournable pour l'orientation, pour la production, pour la diffusion et pour la recombinaison.

À la lumière de cette histoire, il devient aisé de mieux comprendre ce qui est arrivé aux journaux, les plus fragiles des médias. Les formats socio-techniques sont des conventions et celle du journal constituait une transaction à double fond. Comme nous l'avons rappelé, le journal attirait des lecteurs pour ses petites annonces et ses pages de sports et ne prétendait se valoriser que par les contenus d'actualité qui légitimait son rôle dans l'espace public et justifiait éventuellement les subventions de l'État pour sa survie en France. Or, le format même du journal constituait un choix très réducteur de l'actualité qui était le travail éditorial assumé et même valorisé par les journalistes et les autres institutions. Ce qui revient au constat fait pour la diffusion de la musique : on contraint le public à acheter non seulement plus que ce qu'il veut mais de plus en le sélectionnant de façon arbitraire. C. Anderson [2006] citait un humoriste qui plaisantait sur ce phénomène étonnant : « Le nombre d'événements du monde correspond exactement à la taille d'un journal. » Le journal est en effet un agrégat forcé contraint par la taille même du format technique. Cela présente l'avantage de créer une convention qui fait habitude pour le lecteur qui sait ainsi s'orienter et qui bénéficie de ce travail de sélection préalable par des médiateurs.

Tous les supports comportent ces limites et ces découpages arbitraires comme les morceaux d'un album, les chapitres d'un livre, les plans-séquences d'un film. La convention permet de naviguer dans cet univers pré-arrangé à l'aide des numéros de page de l'imprimé et de la table des matières, des numéros de morceaux ou de chapitres de films. Tous ces composants organisent l'expérience des utilisateurs à travers cette combinaison esthétique/technique/réseau de diffusion sociale/modèle économique/droit/régime cognitif d'attention [Le Guern, 2012]. Lorsqu'une convention s'installe, après un investissement de forme parfois considérable, disparaît alors tout l'alignement de médiations [Hennion, 1993] qu'il a fallu réaliser.

L'extension des formats courts

Or, avec le numérique, tout se passe comme si l'on ne cessait d'expérimenter la décomposition de ces conventions, pour tester plusieurs possibilités, sans garantie aucune mais aussi sans processus de formation disciplinaire qu'on avait pu exploiter pour le livre, grâce à l'école notamment. Cela n'est pas sans rappeler la critique de Bourdieu [1996] vis-à-vis de la télévision qui était une critique du format réduit des émissions qui empêchait de développer des arguments sur le mode scientifique. Il en avait administré le contre-exemple en produisant des vidéos de deux heures face caméra, considérant que ce mode asymétrique, univoque et de longue durée était le seul susceptible de servir la cause de ses arguments. En réalité, il défendait le format du cours magistral discipliné de l'école face au format télévisuel porté par de nouveaux médiateurs, les journalistes, qui prenaient la place des intellectuels dans l'espace public. Il avait cependant raison de mettre en cause la tendance au monopole d'un seul format, celui de l'émission de télé, alors que l'extension du débat public devrait favoriser le pluralisme des formats, des plus longs aux plus courts, des plus asymétriques aux plus coopératifs, par exemple. Or, Bourdieu se serait sans doute étranglé en observant l'extension permanente des formats courts dans tous les domaines culturels, formats beaucoup plus courts que ceux de la télévision qu'il connaissait et critiquait.

On pourrait ainsi tracer une ligne d'évolution parallèle dans tous les supports culturels : le CD album est passé au morceau puis à la sonnerie de téléphone qui, pendant plus de 5 ans, a généré la plus grande partie des revenus des majors de la musique, rappelons-le. Le journal s'est réduit à un

flash info et à la dépêche d'agence puis au tweet. Le livre s'est standardisé pour proposer, en sciences sociales par exemple, des formats courts en 128 pages, qui se résument en quatrième de couverture utilisées sur les sites de vente, puis en citations voire même en avis sommaires de lecteurs. L'émission de TV elle-même s'est réduite au « spot », au « flash » et au « clip » que les chaînes permanentes accumulent ainsi qu'aux séries courtes humoristiques. Les films se font une réputation à travers leurs *trailers* (bandes-annonces) qui circulent sur YouTube, les sites Web se sont réduits à des blogs qui eux-mêmes sont devenus du « *microblogging* » (Twitter), et les jeux vidéo, pour toucher un nouveau public, ont dû se transformer en « *casual games* » qui sur téléphone sont devenus des jeux de patience comme Candy Crush, avec des engagements de l'attention très courts mais répétés.

Cependant, comme toute tendance lourde, elle peut se trouver remise en cause par l'exact opposé, car l'attrait des « videolive » sur tout type de plateforme (YouTube, Facebook ou Telegram notamment) conduit à valoriser la durée selon un mode attentionnel totalement différent. Une forme de compagnonnage permanent peut même se mettre en place, comme on le voit sur Telegram, où certains se filment et se suivent sans interruption selon un principe « phatique », comme le disait Jakobson pour une fonction du langage (celle qui sert à s'assurer que le circuit de communication fonctionne). Le média prend alors une place de tâche de fond qui peut durer indéfiniment, dans l'attente de l'événement, comme dans ces groupes d'adolescents qui traînent (*hanging around* comme le disait danah boyd). Les événements sportifs, les festivals, les manifestations voient se démultiplier ces occasions de captation durable, qui pose la question de l'engagement dédoublé de soi dans l'événement pour la personne qui filme. Car l'attention-présence ne peut pas être facilement combinée avec l'attention médiatique.

Voilà en effet la clé de toute cette transformation : la *rareté de l'attention* et la compétition pour la capter entraînent une transformation des formats orientés vers le court. Il est alors difficile de parler de société de connaissance, mais bien plutôt de société de connivence, où l'on donne des signes de re-connaissance, d'alerte à partir de saillances cognitives déjà repérées. Nous reviendrons plus longuement sur ces enjeux dans notre conclusion car ce sont bien des régimes d'attention nouveaux qui émergent et qui déstabilisent les médiateurs établis, les formats de contenus et

l’orientation dans cette prolifération de signaux que l’on nomme le « buzz ».

Décomposer et recomposer

Mais comme Bolter et Grusin [2001] l’avaient indiqué, il convient de ne pas oublier que dans le même temps, les formats numériques sont aussi faits de recomposition. Le numérique désagrège, segmente et réduit tout à des éléments plus courts qui circulent plus vite, mais il amplifie aussi la recomposition en permettant de remixer tous ces éléments. Le montage était une tradition ancienne dans beaucoup de métiers de la culture, y compris l’impression qui mobilisait une « casse » faite de caractères de plomb élémentaires pour les recomposer en texte. Le numérique a amplifié ce processus en permettant de recombiner des unités de signification très différentes (texte, image, image animée, etc.) puisqu’elles sont désormais identiques en tant qu’unités de manipulation (du code). Le copier-coller et de nombreuses procédures que nous avons évoquées permettent toutes ces recompositions. L’unité phénoménale du document, connue depuis la tradition de l’imprimé, se dissout car ses liens et ses composants en font de fait un document augmenté. Les journaux en ligne peuvent mettre en avant des dépêches ou des alertes mais dans le même temps, ils peuvent composer des dossiers à partir de sources différentes au point de perdre toute notion de finitude du format, qui était imposée par les contraintes de l’imprimé.

Mieux encore, cette recomposition mobilise des dispositifs utilisables par des internautes ordinaires : les blogs sont des agrégats de contenus repris, commentés, mis en page ; les « *mash-ups* » ou les GIF (*Graphic Interchange Format*) réalisés en vidéo peuvent agréger des sources diverses et produire un contenu nouveau, les reprises des morceaux de musique avec du « *lip-dub* » (doublage avec les lèvres) se multiplient et aboutissent à des succès d’audience sur YouTube, en ajoutant des annotations, des incrustations, etc. Les wikis sont eux-mêmes des œuvres collectives permettant cette agrégation de contenus dont les sources peuvent être très diverses et qui seront plus ou moins contrôlées collectivement, du point de vue de leur fiabilité comme de leur statut juridique. L’ère du « Remix », titre d’un documentaire fameux sur le sujet, indique clairement que l’intertextualité n’est pas seulement un concept savant ou une pratique réservée aux grands auteurs, elle est la source majeure de la création dans tous les domaines. C’est pourquoi le numérique, en amplifiant cette

tendance au copier-coller généralisé (à commencer par Disney et son *Steamboat Willie* qui vit en 1928 la naissance de Mickey et qui devait beaucoup au film de Buster Keaton, *Steamboat Bill Junior*), a favorisé l'émergence d'un mouvement de « culture libre » (du nom d'un livre de Lawrence Lessig [2004]) en conflit ouvert avec la tendance au renforcement du copyright jusqu'à 90 ans après la mort de l'auteur désormais.

Le numérique a clairement amplifié les formats courts autoproduits, leur recomposition infinie et leur propagation imitative à une échelle inconnue jusqu'alors. On peut considérer que c'est toute l'expérience culturelle qui est ainsi transformée et les relations établies aux connaissances qui sont remises en cause (sur les plans techniques, sémiotiques, légaux, économiques et sociaux de façon indissociable). Les médias de masse du XXe siècle ont pu faire croire que l'évolution générale de la consommation culturelle tendait vers la domination des flux (les programmes) par opposition aux stocks que constituaient les œuvres auparavant. Or, un mixage dans la production comme dans la diffusion est apparu avec le numérique pour produire ce que B. Stiegler [1994] avait identifié très tôt comme des « flux délinéarisés », accessibles en tout point mais aussi recombinables. L'expérience collective n'est pas nécessairement désynchronisée (comme on pouvait la penser avec les grands-messes des journaux télévisés) mais son échelle s'est étendue (au monde entier), son rythme s'est accéléré (les alertes et notifications de toutes sortes) et la continuité s'est reconstituée de façon plus personnalisée (chacun suivant *ses* séries, *ses* chaînes, *ses* thèmes, *ses* flux, *ses* comptes Twitter préférés).

La rareté de l'attention

Ces remises en cause des médiations existantes pour orienter un public dans les savoirs et dans les contenus culturels en général reposent sur une ressource clé que l'on a souvent sous-estimée avant les années 2000, l'attention. Il est impossible de comprendre les enjeux de cette économie de l'attention sans entrer plus en détail dans les connexions qu'elle crée avec des publics grâce à certains formats, et cela au niveau le plus individuel. Ces cerveaux qui échangent à distance comme les percevait Gabriel Tarde [1901] parlant de la lecture des journaux dans une communauté nationale sont de fait connectés désormais par le numérique. Cependant, il existe plusieurs façons de se connecter, plusieurs médiations et plusieurs régimes

attentionnels. Les théories cognitives de l'attention datent de la fin du XIXe siècle. William James [1904] considérait l'attention comme « une énergie qui nous permet de nous rassembler ». Mais il existe plusieurs façons de se rassembler.

Ainsi, T. Ribot [1889] identifiait deux critères différents constitutifs de l'attention, la durée et l'intensité. Nous en avons tiré deux régimes attentionnels, la fidélisation et l'alerte [Boullier, 2009, 2014 ; Citton, 2014]. La fidélisation (ou « *loyalty* »), qui s'appuie sur la durée, fonctionne à l'attention automatique [analysée par Schneider et Schiffrin, 1977]. La répétition est favorisée par la sélection de saillances habituelles (la même chaîne de télévision, les mêmes auteurs, la même marque, les mêmes centres d'intérêt, les mêmes goûts) et cela représente une économie cognitive de premier ordre, puisqu'il n'existe plus d'hésitation ni de délibération mais seulement une re-connaissance de ce qui avait été déjà sélectionné précédemment. Ce régime n'est pas nécessairement celui de la concentration volontaire et focalisée mais elle suppose comme elle une forme « d'inhibition des activités concurrentes » [James, 1904]. En revanche, elle peut dériver rapidement en habitude endormie. Ce régime de la fidélité n'a pas disparu avec le numérique, au contraire. S'orienter dans cette prolifération de savoirs conduit nécessairement à économiser son énergie cognitive et à retrouver son univers Web habituel, ses amis ou comptes que l'on suit, ses rituels d'information qui évitent de s'égarer.

Mais il est vrai, comme nous l'avons indiqué, que par l'intermédiaire des formats courts mais aussi de la vitesse de circulation des réseaux numériques, un autre régime concurrent a largement plus bénéficié de l'amplification par le numérique, le régime de l'alerte. Il a été thématisé par les sciences cognitives sous le terme de « *priming* », qui décrit comment une information vient devant les autres, prend la place d'une attention qui est toujours occupée, ne l'oublions pas. Or, l'intensité des *stimuli* est essentielle pour briser les habitudes. Le numérique en réseaux, sous la forme du « buzz » que nous avons évoqué, est largement occupé par les flux d'alerte et de notifications qui trouvent leurs destinataires en permanence dans toutes les situations grâce aux dispositifs mobiles. Le risque de nivellement de ces signaux lorsqu'ils deviennent trop abondants n'est pas à négliger. Il a été étudié comme COS (*Cognitive Overflow Syndrom*) qui se traduit par un hachage de l'attention ponctuée d'alertes permanentes [Lahlou *et al.*, 1997]. Gazzaley et Rosen ont rassemblé un grand nombre de travaux

sur ce qui conduit cette distraction continue de notre esprit, à savoir un décalage entre un cerveau ancien et un monde hi-tech [Gazzaley et Rosen, 2016]. Ils insistent sur le rôle de l'attention, faite de sélectivité, d'anticipations, de soutenabilité (la durée) et de directionnalité [p. 34]. Mais ils y ajoutent la prise en compte de la mémoire de travail et de la gestion de buts. Le contrôle ne peut guère s'exercer en permanence sur les trois plans et le contrôle de l'attention (et la sélectivité en particulier) est pris en défaut par deux facteurs, la nouveauté et la saillance [p. 65], qui sont en fait des propriétés des contenus eux-mêmes qui se voient ainsi attribuer un pouvoir d'agir par captation de l'attention. De même, la recherche d'information est systématiquement affaiblie par deux facteurs : l'ennui qui a pu être affecté, disent-ils page 168, par le cycle rapide de récompense que les médias contemporains adoptent, et l'anxiété qui est accrue paradoxalement par l'expérience d'une connectivité permanente [p. 174].

Les deux régimes attentionnels de l'alerte et de la fidélité sont ainsi documentés par les études de laboratoire. Ils peuvent être complétés par celui de la projection, pour lequel le numérique peut jouer un rôle aussi puissant notamment dans la recherche d'information puisqu'il s'agit alors d'explorer les offres informationnelles en fonction d'un point de vue unique, qui se projette sur le monde et évite ainsi toute surprise. Le paramétrage des algorithmes de RSS ou de personnalisation favorise ce régime.

Tous ces régimes d'attention sont potentiellement amplifiés par le numérique mais l'expérience de chacun permet de vérifier que les plateformes, les applications ou les interfaces favorisent plutôt le régime de l'alerte, celui qui nous met en état de « mobilisation générale » [Supiot, 2015 ; Ferraris, 2016]. Notre réactivité est sollicitée, elle est valorisée (par des *rankings* de toutes sortes) et elle est matérialisée dans le design des interfaces. Ce stress que nous avons déjà évoqué pour l'habitèle est en fait le modèle économique élémentaire de toutes les plateformes qui visent à susciter de l'engagement, mesuré par les agences de *social listening*. De nombreux choix de design ont été effectués depuis le début du Web sur les grandes plateformes et tous ont privilégié la vitesse et la réactivité sur la réflexivité, la personnalisation et le confort de la bulle sur l'ouverture et la découverte, la propagation virale sur la hiérarchisation et la sélection. Ainsi le bouton Retweet déjà mentionné dans notre partie historique favorise la réactivité, générée par le design des tweets auquel s'ajoute le design du

bouton, à coût cognitif très faible car il relève de ce « système 1 » automatique et rapide comme le nomme Kahneman [2012]. Toute délibération, tout doute ou questionnement qui ralentiraient cette réaction, doivent être découragés car ils mobiliseraient le « système 2 », fait de résolution de problèmes, de calcul et de réflexivité. Lorsque Facebook décide début 2018 de renforcer l'engagement comme critère de présentation des résultats du fil d'actualité ou qu'il annonce vouloir priviliégier les groupes début 2019, il est toujours question de favoriser l'activité, la publication mais aussi les *likes*, les partages, etc. Car c'est cela qui peut être valorisé auprès des marques comme un indicateur d'attention active. Ce régime atteint désormais une situation de contre productivité remarquée par tous les acteurs car il sabote tout autre type d'attention et empêche toute hiérarchisation des contenus au profit d'une propagation virale qui profite avant tout aux *fake news*. Ce sont elles en effet qui présentent le score de nouveauté le plus élevé (plus inédites, plus choquantes, plus surprenantes), ce critère qui déclenche une réaction de partage viral [Vosoughi *et al*., 2018].

Nous parlons alors de « réchauffement médiatique » [Boullier, 2020, à paraître] qui devrait être assimilé aux excès de vitesse automobile car ces excès de vitesse mentale détruisent de fait l'espace public, au profit de la viralité des réactions faites de *fake news* et de *trolls* (ou d'insultes et de harcèlement comme on le rapporte de plus en plus souvent). Pour ce faire, le design des interfaces se révèle essentiel pour alerter sur le rythme de nos publications et de nos réactions puis pour aider à le contrôler et enfin pour le ralentir de façon contrainte à un tweet par jour, un retweet par jour, un partage par jour, etc. Ce seul bridage de la viralité n'empêcherait pas l'expression ni le partage, il oblige seulement à hiérarchiser et de ce fait à casser le rythme des alertes auxquelles est soumise notre attention. Ce travail de design de l'attention devient une préoccupation de plusieurs organismes et notamment de la Fondation Internet nouvelle génération (FING) en France qui a réalisé un travail collectif de rétrodesign de l'attention, pour comprendre comment nos esprits sont captés par ces choix élémentaires dans les interfaces [Guillaud, 2019]. Ces questions du design d'information, d'interfaces et d'interactions ont été pensées depuis longtemps [Norman, 1988, 1999] en termes d'affordances, de prises qui captent notre attention pour nous permettre d'agir mais aussi d'orienter cette action. On retrouve la même problématique dans les *nudges* déjà évoqués à propos des usages. Alors que les *nudges* sont supposées être des

méthodes de design pour favoriser des comportements positifs collectivement, les méthodes de « coup de pouce » (traduction de *nudge*) mises en place par les plateformes visent avant tout leur profitabilité et finissent par engendrer une dérive systémique analogue aux particules fines du diesel : on ne les voit pas mais on les respire, elles nous rendent malades et nous sommes pourtant ceux qui les propageons par notre comportement individuel, qui finit par générer des catastrophes par dérive systémique. Les choix de design deviennent ainsi des choix politiques, car les conséquences sur la vie collective dépassent de loin les exigences de confort et de facilité d'usage puisqu'ils orientent l'attention des personnes au bénéfice des marques mais aussi au détriment d'un espace public vivable. On peut comprendre en ce sens le plaidoyer d'Yves Citton [2014] pour une « écologie de l'attention » qui insiste sur l'état collectif que cela suppose et entraîne au point d'en faire une « échologie » de l'attention, qui oriente vers les propagations et les réplications qui nous tissent.

Un dernier régime d'attention semble encore plus renforcé par le numérique voire même créé par lui, le régime de l'immersion. Nous l'avons comparé [Boullier, 2008, 2014] historiquement à la perspective dans son pouvoir organisateur et il constitue un élément de cet « effet de voûte » qu'avait déjà proposé Yves Citton, car l'immersion contemporaine prend parfois des effets d'envoûtement en effet, de puissante forme d'attention collective. Ce sont les jeux vidéo qui lui ont donné la force d'attraction que l'on connaît auprès d'un public large en obtenant des durées d'attention inédites de plusieurs dizaines d'heures combinées à une intensité forte, modulée selon les ressorts du *gameplay*. La *gamification* de toutes les activités culturelles, éditoriales, éducatives tente ainsi d'étendre ce pouvoir de l'immersion à des domaines jusqu'ici soumis à d'autres régimes d'attention. On peut constater le même effet avec le « *binge watching* » (visionnage boulimique) que produit la disponibilité immédiate de la totalité des épisodes d'une série, désormais permise par les plateformes de vidéos en *streaming* [Combes, 2015]. Dans la mesure où « le temps de cerveau disponible » n'a pas évolué, il est certain que la concurrence pour capter l'attention des publics s'est accentuée. Et cela non seulement de la part des principaux producteurs de contenus, mais aussi de ceux qui servent de médiateurs et qui se voient concurrencés par exemple par les moteurs de recherche. Et enfin à l'échelle des personnes et des réseaux relationnels qui semblent désormais pouvoir se gérer comme des publics, avec les mêmes

ressources de réputation et de stimulation attentionnelle que l'on observe dans les industries culturelles. La nouvelle plateforme de jeux vidéo en *streaming* proposée par Google, Stadia, lancée en 2019, prend acte de cette puissance de captation de l'attention des jeux vidéo et prétend surmonter la division des consoles et des supports de jeux (PC, mobile) pour unifier et standardiser le tout à sa façon. La puissance de ses serveurs et ses capacités financières lui permettront sans aucun doute d'attirer les meilleurs créateurs et de prendre la place que d'autres ont prise dans la musique (Spotify) ou dans la vidéo (Netflix) en *streaming*. Un nouvel environnement global interopérable et sans coutures, pourrait-on dire.

Ce n'est pas la moindre des surprises que de voir des propriétés cognitives aussi difficiles à cerner que l'attention devenir les ressorts de toute une économie. Toute l'approche de sociologie économique devra nécessairement rendre compte de cette dimension pour penser l'économie (du) numérique.

1. Définition restreinte : « classifications personnelles des utilisateurs du Web produites dans des sites permettant le tagging collaboratif » [VAN DER WAL, 2005, repris sur son site : www.vanderwal.net/folksonomy.html].

2. https://www.advancedWebranking.com/ctrstudy/

3. Le test de Turing doit être distingué de sa machine universelle qui a fondé toute l'algorithmique contemporaine. Le test de Turing consistait à demander à un sujet de différencier une machine d'un humain à partir des messages reçus dans un dialogue (masqué). La conclusion de Turing était radicale pour redéfinir l'intelligence : « est intelligent ce qui est interprété comme intelligent par un humain », en dehors de toute essence des entités en présence, ni complexité ni intériorité.

4. Les enjeux d'architecture des réseaux ne seront pas traités ici mais dans le chapitre 5.

Chapitre 4

Sociologie économique du numérique

Le numérique ne peut se comprendre comme principe pur, dont les 1 et les 0 dicteraient toutes les formes observables. À l'inverse, il ne peut être réduit à une nouvelle variation des rapports de production capitalistes, qui ne feraient « que » s'actualiser pour survivre. Mais il est vrai qu'il est souvent difficile de dissocier l'ensemble des transformations numériques d'un changement économique majeur survenu exactement dans la même période historique, la financiarisation de l'économie capitaliste. Cette mutation engagée à partir de 1971 et promue politiquement de façon très active à partir de 1980 a modifié le paysage des affaires pour le numérique mais le numérique en a constitué un booster indispensable, puisque la vitesse des transactions financières, qualité indispensable à une économie devenue spéculative, dépend désormais entièrement de la performance des réseaux numériques. Les formes prises par le réseau Internet, sous domination de grandes plateformes, ne peuvent pas se comprendre sans ce pouvoir de quelques firmes rendu possible par un environnement réglementaire entièrement favorable à la finance. Pourtant, il reste essentiel de sortir de ces grandes affirmations pour les documenter précisément et pour rendre compte de la diversité toujours observable dans les activités numériques, jusque dans leurs modèles d'affaires, comme le montre ce qu'on appelle parfois les *wikinomics*.

Nous ne pouvons guère entrer dans une description détaillée de tous les acteurs du secteur, qui s'est lui-même diversifié considérablement mais nous devons cependant aider à fixer les idées sur les poids respectifs et les rapports de force, financiers notamment. Notre souci sera surtout de penser ce qu'on a appelé cette nouvelle économie, pour tenter de voir clair dans cette association entre numérique et finance qui semble brouillée par le caractère immatériel de tous ces biens échangés. Le débat théorique sera donc essentiel et décisif pour la suite de cette approche sociologique. Cependant, la façon dont les organisations en général s'approprient le

numérique (plutôt que « l'impact du numérique sur les organisations », notion qui n'a pas grand sens) constitue un élément clé de cette socio-économie : le travail (et le non-travail) de tous a considérablement muté dans les trente dernières années, les compétences, les équipements, les process aussi. De nouvelles mutations, encore plus radicales, sont parfois annoncées, il est donc important de fournir les repères sur ce plan.

Un secteur industriel ?

Le secteur du numérique n'a guère de définition du point de vue économique puisqu'il pourrait inclure aussi bien le producteur de métaux rares que la boutique de jeux vidéo d'occasion si l'on était très extensif. Rappelons que tous les secteurs industriels et les services sont touchés par le numérique et que de ce fait, il devient très difficile de dissocier les performances du numérique et ses effets propres. Ainsi, dans ce qui est devenu son « paradoxe », Robert Solow [1987] avait raillé cette informatique qui faisait gagner en productivité (dans tous les discours d'accompagnement) sauf dans les statistiques supposées la mesurer (« *We see computers everywhere except in the productivity statistics* »). En effet, toute informatisation comporte une réorganisation parfois profonde dont les effets seront indissociablement mêlés à la technologie. Notre objectif est ici d'identifier la diversité des acteurs majeurs du domaine numérique au sens large et de montrer leurs poids respectifs. À cette fin, il est nécessaire de prendre en compte les chiffres d'affaires, les effectifs, la marge et la valorisation boursière, qui peuvent être totalement dissociés. Précisons que ces approches n'ont de sens qu'au niveau mondial car toutes ces sociétés sont globalisées, ce qui nous empêchera de rentrer dans les détails d'un pays comme la France.

Les trois grands ensembles que nous proposons de distinguer sont : l'informatique (matériel et logiciel), les télécommunications (réseaux et opérateurs), les médias et les contenus (matériel audio-visuel et éditeurs de contenus). À chaque fois, la séparation entre matériel et logiciel est ainsi présente, car elle continue d'être structurante. Cependant, les offres de services, elles, tentent de faire disparaître cette division pour vanter l'expérience utilisateur qui ne saurait dissocier les deux éléments. Lorsque l'on compare les chiffres d'affaires des secteurs, la force de frappe de l'industrie des télécommunications est impressionnante et la domination des opérateurs chinois trouve un équivalent dans tous les pays. Il est important de ne jamais oublier que, malgré tout l'imaginaire associé à Internet, ses revenus ont été très longs à installer et ses modèles économiques restent souvent incertains. En revanche, les opérateurs de télécommunications ont

tous bénéficié de l'attraction phénoménale pour les mobiles, qui a un grand avantage puisqu'elle permet des tarifications très variées. Mieux encore, la consommation téléphonique était *a priori* déjà considérée comme devant être payante, ce qui n'est pas le cas d'Internet.

Tableau 4.1 Les cinq plus grandes compagnies de télécommunication au monde

Nom	Pays	Chiffre d'affaires de l'année 2018 (en milliards de dollars)	Profits (en milliards de dollars)	Part des profits sur les revenus (en pourcentage)	Rang mondial en valeur de marché (16 mars 2019)
AT&T	États-Unis	170,8	19,4	11,35	#30
Verizon	États-Unis	130,9	15,5	11,84	#21
China Mobile	Hong Kong	111,8	17,9	16,01	#29
Nippon Telegraph & Tel	Japon	107,5	8,7	8,09	#118
Deutsche Telekom	Allemagne	89,3	2,6	2,91	#116

Source : Forbes Global 2000 et Value. Today.

Dès lors, le cash dégagé par les marges impressionnantes réalisées spécialement dans la téléphonie mobile, donne aux opérateurs des leviers d'action importants pour tenter de remonter dans la chaîne de valeur, vers les contenus ou vers des services associés, avec plus ou moins de succès.

Tableau 4.2 Les cinq plus grandes compagnies d'équipements de communication

Nom	Pays	Chiffre d'affaires de l'année 2018 (en milliards de dollars)	Profits (en milliards de dollars)	Part des profits sur les revenus (en pourcentage)	Rang mondial en valeur de marché (16 mars 2019)
Cisco Systems	États-Unis	50,8	12,9	25,39	#25
Nokia	Finlande	26,6	– 0,402	– 1,51	#357
Ericsson	Suède	24,1	– 0,368	– 1,52	#453
ZTE	Chine	12,8	– 1,1	– 8,59	–
Corning Incorporated	États-Unis	11,3	1,1	9,73	#494

Source : Forbes Global 2000 et Value.Today.

Tableau 4.3 Les cinq plus grandes compagnies de semi-conducteurs au monde

Nom	Pays	Chiffre d'affaires de l'année 2018 (en milliards de dollars)	Profits (en milliards de dollars)	Part des profits sur les revenus (en pourcentage)	Rang mondial en valeur de marché (16 mars 2019)

Samsung Electronics	Corée du Sud	221,5	39,9	18,01	#13
Intel	États-Unis	70,8	21,1	29,80	#44
SK Hynix	Corée du Sud	36,8	14,1	38,31	#179
Taiwan Semiconductor	Taïwan	34,2	11,6	33,91	#126
Micron	États-Unis	30	13,1	43,66	#206

Source : Forbes Global 2000 et Value.Today.

Première caractéristique de ce marché du numérique pris par le versant des télécommunications : de fortes expansions, toujours en cours, avec un public dont le consentement à payer est important.

Tableau 4.4 Les cinq plus grandes compagnies de matériel informatique au monde

Nom	Pays	Chiffre d'affaires de l'année 2018	Profits	Part des profits sur les revenus (en pourcentage)	Rang mondial en valeur de marché (16 mars 2019)
		(en milliards de dollars)			
Apple	États-Unis	261,7	59,4	22,69	#2
Dell Technologies	États-Unis	90,4	– 2,3	– 2,54	#333
HP	États-Unis	58,7	4,2	7,15	#437
Lenovo Group	Hong Kong	50	0,511	1,02	–
Fujitsu	Japon	36,1	1,5	4,15	–

Source : Forbes Global 2000 et Value.Today.

Tableau 4.5 Les plus grands groupes du marché du numérique aux États-Unis

Nom	Chiffre d'affaires de l'année 2018	Profits	Part des profits sur les revenus (en pourcentage)	Rang mondial en valeur de marché (16 mars 2019)
	(en milliards de dollars)			
Apple	261,7	59,4	22,69	#2
Amazon	232,9	10,1	4,33	#3
Alphabet	137	30,7	22,40	#4
Microsoft	118,2	33,5	28,34	#1
IBM	78,7	8,6	10,92	#67
Facebook	55,8	22,1	39,60	#6

Source : Forbes Global 2000 et Value.Today.

Cependant, cette machine à générer du cash en raison de l'équipement de toute l'humanité en téléphones portables est au moins égalée par la rentabilité des compagnies qui vendent du « soft » (tableau 4.5) et notamment d'un géant du logiciel comme Microsoft. Son modèle, qui a

tenu pendant 30 ans, fondé sur une vente associée d'un système d'exploitation Windows avec tout PC, a été légèrement amendé en 2014 puisque Microsoft a accepté désormais de fournir son système d'exploitation mobile gratuitement, pour rattraper son retard sur Android notamment, sans grand succès. Le système commercial de Microsoft a constitué un sujet de polémique, d'études et de contentieux juridique à la fois car il est fondé sur des *lock-ins* de plusieurs types, le système d'exploitation Windows avec tout PC dans les machines d'IBM d'abord, le navigateur Explorer avec tout Windows, etc. La capacité de Microsoft à devenir par ces méthodes un « standard de fait » est un modèle en matière de stratégie de diffusion et de conquête durable d'un marché. Près de 90 % de plusieurs générations ont été socialisées à l'informatique à travers un OS Windows et cela constitue un terreau parfait pour de futures ventes.

Tout cela pour un système d'exploitation qui reste immatériel, dont le coût marginal (coût de reproduction) est quasi nul puisqu'il s'agit de code informatique, en ligne ou sur un CD : on comprend mieux alors l'énorme trésorerie que s'est constituée Microsoft qui lui permet de tenter d'investir tour à tour tous les nouveaux secteurs du numérique (des mobiles aux jeux vidéo et finalement avec un certain succès). Malgré tout, la réputation de mauvaise qualité de Windows, notamment en matière de sécurité, a contribué à relativiser ses conquêtes, face à Apple d'un côté et au logiciel libre de l'autre, alors que sa domination sur les marchés des OS des PC reste indiscutée.

Le rachat par Microsoft du réseau social professionnel LinkedIn en 2016 pour 26 milliards de dollars est significatif de la fin d'un cycle, confirmé par son rachat de GitHub, la plateforme qui agrège une grande partie des développements en *open source*. L'époque des rentes sur les licences de logiciels semble bien s'achever, avec une acceptation de la qualité supérieure des systèmes d'exploitation *open source* basés sur Linux (comme Red Hat racheté par IBM en 2018). Jusqu'à quand Microsoft continuera-t-il à garder Windows propriétaire ou à en faire la base de ses développements ? La question mérite d'être posée. Car avec le rachat de LinkedIn, c'est la mutation de l'entreprise en plateforme qui se joue. Ce réseau social professionnel constitue une prise de guerre des plus monétisables car les offres Premium sont attractives dans un contexte de vive concurrence entre profils pour les embauches. En devenant plateforme, Microsoft fait un pas de plus vers la dématérialisation et se contente de

fédérer des offres et des demandes, ce qui s'est avéré beaucoup plus rentable pour toutes les autres firmes comme Google et Facebook notamment.

Seconde caractéristique du secteur du numérique pris par l'entrée du logiciel : un secteur immatériel à marge élevée bénéficiant d'effet de *lock-in* et de standard de fait, difficile à contrecarrer, malgré la flexibilité apparente du logiciel, désormais dépassé sur ce plan par les plateformes.

Apple a pu être situé pendant un certain temps comme un concurrent dans le domaine du logiciel, ce qu'il fut pendant plusieurs années avec le Mac OS, sans parvenir pour autant à entamer la domination de Microsoft, et ce qu'il est avec son iOS pour les smartphones face à Android. Mais cette image du petit contre le grand méchant lui a largement bénéficié pour se démarquer en créant un public de consommateurs dont le consentement à payer dépasse tous les autres acteurs du secteur. Apple a créé le standard de la marque innovante pour le numérique en définissant une expérience utilisateur unique, soigneusement conçue, et qui s'est étendue petit à petit à toute la chaîne de valeur et à tous les aspects. Les terminaux révolutionnaires se sont succédé dans la musique (iPod), dans la téléphonie (iPhone), dans les tablettes (iPad) et ont à chaque fois fixé les standards haut de gamme pour tous les autres concurrents en innovant radicalement. Mais Apple a étendu sa puissance de service sous la forme de plateformes de contenus, à partir de ce petit terminal, l'iPod, en inventant le micropaiement légal de morceaux de musique, puis de livres et d'autres contenus, d'applications pour smartphones avec son Store et en proposant désormais un terminal de paiement avec Apple Pay.

Après Amazon, Apple est devenu ainsi le prototype de la plateforme de contenus qui capte une rente impressionnante par son rôle de distributeur tout-puissant, adossé à son statut de fournisseur d'équipements haut de gamme. Or, la mutation des plateformes est essentielle pour comprendre le modèle économique du Web contemporain, qui n'a plus rien à voir avec le Web scientifique de sa création. Mais tous les échanges, dans tous les secteurs, sont contraints à une réorganisation de leurs places de marché, de leurs modes de distribution face à la puissance des plateformes qui mettent en relation offre et demande de façon nettement plus informelle et rapide (les marchés de l'immobilier comme les marchés publics pour les collectivités sont touchés).

Troisième propriété de l'économie du numérique : l'effet réseau génère des positions centrales pour de nouveaux entrants qui deviennent incontournables. L'effet plateforme devient le modèle qui permet de limiter toute concurrence dans un secteur donné et les industries de contenus notamment sont toutes affectées. Les grandes acquisitions des dernières années illustrent d'ailleurs l'effet englobant de ces plateformes. Le statut de plateforme sans immobilisation engendre une attractivité beaucoup plus grande pour les investisseurs. Ce qui en retour donne les leviers financiers pour attaquer les marchés de conception puis de production de certains des biens clés de l'époque nouvelle, celle des objets connectés, à travers notamment les assistants sur lesquels se sont jetés Amazon, Google et Apple.

Dans le tableau 4.6 des acquisitions, les positions de force des plateformes paraissent assez similaires à celles de grandes firmes du secteur dans le *hardware*. Pourtant, Google, Facebook et Amazon ont réalisé une très grande quantité d'acquisitions dans les cinq dernières années.

Tableau 4.6 Les dix plus grandes acquisitions dans le numérique entre 2013 et 2018

Montant de l'acquisition (en millions de dollars)	Nom	Domaine	Acquéreur	Année
67 000	EMC	Serveurs	Dell	2015
37 000	Broadcom	Semi-conducteurs	Avago Technologies	2015
34 000	Red Hat	*Software*	IBM	2018
32 300	ARM	Semi-conducteurs	Softbank	2016
26 000	LinkedIn	Réseau social	Microsoft	2016
19 000	WhatsApp	Réseau social	Facebook	2014
15 300	Mobileye	Semi-conducteurs	Intel	2017
3 200	Nest Labs	*Hardware*	Google Inc.	2014
1 100	Tumblr	Réseau social	Yahoo	2013
966	Waze	GPS	Google Inc.	2013

Source : IT World Canada, BDM, Simply Business.

Tableau 4.7 Les plus grands groupes de production de contenus

Nom	Chiffre d'affaires de l'année 2018	Profits	Part des profits sur les revenus (en pourcentage)	Rang mondial en profits (16 mars 2019)
	(en milliards de dollars)			
Comcast	94,5	11,7	12,38	#41
Walt Disney	59,4	11	18,51	#42
Charter Communications	43,6	1,2	2,75	#122
WarnerMedia	33	–	–	–

Source : Forbes Global 2000, Value.Today et AT&T.

Note : AT&T n'a publié que les revenus de WarnerMedia suite à son acquisition en 2018.

De leur côté, les industries du contenu (tableau 4.7) ont toutes vécu un bouleversement complet de leur modèle. Les rentes générées par les droits d'auteur et le copyright ont été attaquées de partout et malgré les regroupements dans chaque secteur, les grands groupes de médias et de contenus restent de faible poids économique. Tous les autres acteurs (opérateurs ou plateformes) sont ainsi conduits à tenter de remonter la chaîne de valeur pour produire eux-mêmes des contenus ou les acheter (Amazon pour l'édition et la production de films et de séries, Netflix pour les séries télévisées puis pour les films, Orange pour le cinéma, etc.). Dans l'économie numérique, les débats juridiques sur les droits d'auteur ou ceux sur les « exceptions culturelles » et la diversité de l'offre sont au cœur des flux et de la captation des publics. Les producteurs traditionnels sont directement mis sous pression des grandes firmes qui génèrent des revenus nettement supérieurs. Les plateformes intermédiaires deviennent de plus en plus prescriptives et les audiences réalisées en ligne rivalisent d'importance avec celles des médias traditionnels.

Quatrième caractéristique de l'économie du numérique : les repères classiques de la propriété et des échanges sont remis en cause car les biens immatériels numériques ont un coût marginal quasi nul et leur valeur est directement liée à la captation de l'attention des publics. Les plateformes d'intermédiation deviennent des leaders de secteurs entiers et la règle y est le plus souvent du type « *winner-take-all* ».

La connaissance des publics et leurs profils sont devenus de ce fait des ressources primordiales même si les méthodes pour les mesurer restent encore peu stabilisées. La phase d'émergence du Web l'avait mis en évidence de façon caricaturale car toutes les start-up qui prétendaient faire de l'audience sur le Web avaient suscité des investissements démesurés transformés en bulle spéculative qui a éclaté en juillet 2000. Pourtant, la capacité à générer des données utilisateur et à suivre les traces des comportements de tous les publics est désormais devenue à nouveau l'objet d'un engouement en raison des promesses du *Big Data*. La traçabilité généralisée n'est pas seulement un idéal de services de renseignements comme les révélations de Snowden l'ont montré en 2013. Elle est aussi une nouvelle source de revenus pour ceux qui génèrent, captent et analysent ces données. Les grandes plateformes déjà évoquées (Amazon et Apple) peuvent devenir ainsi des capteurs de tendances et des attracteurs de consommateurs fidèles à leur écosystème, mais Google et Facebook, autres

plateformes à l’attractivité encore plus massive, sont les experts dans la valorisation publicitaire de toutes les activités des internautes, aussi minimes qu’un clic ou qu’un *like*.

En 2018, Facebook affiche d’ailleurs 55 milliards de dollars de recettes issues de la publicité, soit près de 95 % de son chiffre d’affaires, modèle économique qui n’était pas garanti au départ et qui ne l’est toujours pas pour Twitter par exemple. L’économie des traces associée aux puissances de calcul et aux retours de l’intelligence artificielle sous forme de modélisations prédictives suscitent un engouement chez les investisseurs, comme c’est le cas lorsqu’un nouvel acteur, français, de fixation des prix des placements publicitaires en ligne comme Criteo vient solliciter les investisseurs sur le marché financier. Les mesures sont produites par les sociétés qui génèrent elles-mêmes les traces et qui les revendent aux annonceurs : le modèle auto-référentiel de l’économie d’opinion s’accomplit au mieux dans les plateformes numériques. Rien ne dit qu’il ne sera pas victime des mêmes effets spéculatifs et manipulatoires que les marchés financiers, révélés par la crise de 2007.

Cinquième propriété de l’économie numérique : la dématérialisation n’a plus de limites puisque ce sont les données et les traces elles-mêmes (et non des biens culturels immatériels par exemple) qui attirent les investisseurs. Ce modèle économique de l’opinion est dès lors étroitement couplé aux marques et aux marchés financiers, soumis aux mêmes risques mais porteur de la même puissance de frappe.

Des espaces de production ou de pouvoir ?

Cependant cette relation étroite avec l'immatériel ne doit pas faire oublier que les serveurs, les câbles, les plateformes téléphoniques, les services sont tous tributaires d'investissements bien matériels. La production du numérique semble se dérouler dans le *cloud* globalisé et perturber les repères spatiaux des utilisateurs mais elle est pourtant bien localisée dans certains centres. Mieux même, elle produit des effets de centralité nouvelle dans la distribution des métropoles du pouvoir. Nous avons déjà évoqué les lieux de production spécialisés nés avec l'imprimerie et montré comment l'histoire de la *Silicon Valley* pouvait reproduire certains de ses traits : concentration spatiale, liens entre recherche académique et industrie, production matérielle et intellectuelle associées. Cependant, le rôle des investissements militaires restait spécifique à l'époque numérique. Bangalore, en Inde du Sud, présente des parentés avec la *Silicon Valley*, que tous les dirigeants politiques du monde entier tentent encore de reproduire au point d'appeler « *Valley* » toute zone ou tout parc technologique. Bangalore présente cependant des aspects particuliers car sa main-d'œuvre très qualifiée reste rémunérée aux standards des pays du Sud et travaille encore majoritairement pour des compagnies dont les centres de décision restent localisés dans les pays du Nord. La situation est bien différente en Chine, où les géants de l'Internet possèdent leurs centres de décision, protégés par l'État chinois mais encouragés à exporter leurs offres, dans une version numérique de la stratégie des nouvelles routes de la soie. Ce qui n'empêche pas le Chine de rester encore le centre de production majeur de la partie industrielle du numérique, mais, comme le montre la géographie de production de l'iPhone de Pierre Veltz [2017], les coûts de production chinois constituent une faible part de la chaîne de valeur de l'iPhone.

L'Iphone, exportation chinoise, profits américains

« Les iPhones concourent de manière importante au déficit commercial apparent des États-Unis. Ils sont assemblés en Chine et apparaissent donc dans les ventes de la Chine aux États-Unis. Mais la réalité économique est radicalement autre, car la part chinoise de la valeur ajoutée est très faible ! Le déficit apparent avec la Chine est proche de 2 milliards de dollars. En comptabilité de la valeur ajoutée, il est insignifiant. La chaîne de valeur de l'iPhone est très

simple dans son principe. Toutes les fonctions amont (recherche, design, marketing) sont concentrées à Cupertino dans la *Silicon Valley*.

Le "*sourcing*", l'achat des composants, est mondial, et permet à Apple de mettre en concurrence un immense panel de fournisseurs comprenant plusieurs centaines d'entreprises. Parmi ces fournisseurs, une quinzaine sont stratégiques et fournissent les microprocesseurs, le verre et les écrans, les mémoires, la caméra. La France est présente marginalement, par l'entreprise franco-italienne STMicroelectronics, qui fournit le gyroscope, fabriqué aux Milles, à côté d'Aix-en-Provence (en 2010, pour l'iPhone 4, le coût de ce composant était de l'ordre de 2 dollars, pour 178 dollars de coût total des composants). Un élément qui peut surprendre lorsqu'on parcourt la liste des fournisseurs est la place privilégiée de Samsung, principal concurrent d'Apple, qui fournit près de 30 % de la valeur.

C'est un bel exemple de "coopétition" – mélange de coopération et de compétition – de plus en plus fréquente dans les secteurs high-tech mais aussi dans l'automobile. L'assemblage est fait entièrement en Chine, par Foxconn (Hai Hon, entreprise taïwanaise) dans les usines géantes de Shenzen, et aussi par Pegatron, autre géant taïwanais du "*manufacturing* à la demande", dans une énorme usine de la banlieue de Shanghai. Les circuits de distribution sont simplifiés au maximum. Les produits commandés on line sont directement livrés aux clients depuis la Chine par FedEx et UPS. Pour les canaux de distribution passant par les magasins de détail, Apple gère un seul entrepôt central en Californie, où l'on trouve aussi le *call center*.

Comment se répartissent la valeur ajoutée, les salaires et les profits ? *Grosso modo*, les deux tiers des emplois sont hors des États-Unis (essentiellement en Chine) mais les deux tiers des salaires sont versés aux États-Unis. Les salaires chinois ne représentent que des miettes : 2 à 3 % du coût total ! Quant aux marges de profit, elles sont considérables. Elles vont massivement à Apple aux États-Unis et secondairement en Corée et à Taïwan. Pour l'iPhone 6 vendu en moyenne 600 dollars, le coût des composants est estimé entre 200 et 400 dollars, le coût de l'assemblage chinois restant quasi marginal. »

Source : Veltz Pierre, 2017, *La société hyper-industrielle. Le nouveau capitalisme productif*, Paris, coédition Le Seuil-La République des idées, p. 88-90.

Un centre de production numérique ne peut pas prétendre devenir une métropole du pouvoir en réseaux, au sens de Sassen et de Castells, uniquement par ses talents de développement informatique. Manuel Castells [1998-1999] a, depuis les années 1980, suivi de près toute l'évolution spatiale et urbaine de la nouvelle division du travail engendrée par le numérique en réseaux. Les utopies de la distribution des pouvoirs, de la disparition des effets de la centralisation ou de la substitution aux transports ont toutes été véhiculées dans les discours d'accompagnement mais aucune n'a résisté à l'épreuve du temps. Castells et Sassen ont ainsi montré comment la métropolisation du monde est certes appuyée par les réseaux numériques qui sont une condition de leur amplification. Mais la connexion entre centres de décision des entreprises, services juridiques, places financières et compétences marketing reste la clé de l'attractivité d'une métropole. Les réseaux numériques vont équiper ces fonctions, toutes largement immatérielles et la vitesse de connexion aux nœuds d'Internet

sera un critère important. Mais cela ne diminuera en rien la nécessité de la proximité spatiale qui suppose communauté d'expérience entre décideurs, avec les qualités de services urbains associés (éducation, culture, loisirs, personnels de service).

Les villes globales [Sassen, 2007] ne sont plus dépendantes d'un territoire national mais sont en compétition pour l'attraction des centres de décision des grandes firmes pour devenir des nœuds dans ce réseau de pouvoir [Castells, 2009]. La notion de hiérarchie des villes [Friedman, 1986] est revisitée désormais pour penser les interrelations entre villes, en termes de centralité (concentration de ressources et diffusion) et de pouvoir (contrôle des flux des ressources). Dans les deux cas, les réseaux de communication sont un élément clé qui repose avant tout sur la connexion entre les sociétés de service (gestion, finance, juridique, publicité, management) et non sur celle entre villes et entre sièges des compagnies. La globalisation distribue le pouvoir entre les métropoles en fonction de cette connectivité réduite à certains services qui standardisent leurs pratiques. Dans les calculs faits par les équipes du *Globalization and World Cities Research Network*, Londres et New York apparaissent au cœur de toutes les dyades du réseau des métropoles.

La distinction doit donc être faite nettement avec les centres de production des technologies et services numériques qu'on affiche volontiers comme la *Silicon Valley* : les lieux du pouvoir sont ailleurs et reposent sur cette amplification spécifique permise par le numérique, les compétences de service pour les sièges des grandes firmes. Dans cette distinction se lit l'époque historique qui fait gagner une certaine combinaison singulière du numérique, celle qui allie finance et réseaux. Dans l'ordre des priorités d'un stratège du développement local qui vise une participation à ce réseau de pouvoir, il devient plus important d'attirer des firmes comme KPMG ou Havas et de leur assurer une connectivité maximale que de faire venir une usine de production de composants même la plus avancée. Car les évolutions actuelles du réseau des réseaux encouragent cette distribution spatiale des compétences grâce au *cloud* et au « *Software as a Service* » qui rend moins dépendant d'une puissance de calcul local que d'une vitesse de connexion. Cependant, ce sont toujours les connexions entre les acteurs eux-mêmes qui feront la différence et ces relations dépendent de la proximité et de la qualité d'un environnement adapté à leurs cultures. La

pression est devenue considérable sur toutes les villes métropoles pour tenir leur rang dans ce jeu de pouvoir.

Leur qualité de réseau technique reste un prérequis mais elle n'est rien sans ce réseau social, qui constitue un milieu, un vivier. C'est pourquoi les lieux que l'on considère comme périphériques ou alternatifs ne sont en rien séparés de toutes ces dynamiques de pouvoir. La capacité du numérique à inclure dans son mode de production les éléments les plus hétérogènes est remarquable : les grandes firmes du secteur comme celles qui vivent désormais de ses services ne sauraient s'adapter ni survivre sans une connexion étroite avec les milieux créatifs dont fait partie le logiciel libre. Les zones technologiques qui favorisent les modèles de start-up et leur coopération/émulation constituent la condition pour que l'innovation perdure. Les grands groupes l'ont admis et réalisent des opérations d'achat de start-up en flux continu, pratiquent la reproduction/prédation des applications qui marchent, ou débauchent des experts à partir de ces milieux qui les ont élevés dans la créativité, qui n'a plus cours dans ces grandes entreprises. Le modèle des « oligopoles à franges » constitue une division du travail que Michel Gensollen [1997] avait déjà bien décrite pour les industries culturelles.

On peut dire que le développement des applications informatiques dans tous les domaines est organisé de la même façon. Lorsqu'Apple crée son SDK (*Software Development Kit*, qui permet aux développeurs de créer des applications compatibles avec son iOS et de les vendre sur son App Store), il reprend à son compte un modèle ouvert de production qui encourage la créativité tout en ne la rémunérant – faiblement – que lorsque le marché fait ses preuves, et cela sans toucher à son système propriétaire. Or, le logiciel libre autant que l'esprit des *hackers* sont présents dans toutes les firmes puisqu'IBM réalise plus de 50 % de son chiffre d'affaires avec des applications dont les noyaux sont en *open source*, depuis 2002, au point de racheter à un prix considérable (34 milliards de dollars) la distribution de produits *open source* Red Hat. Lorsque Waze, le service de guidage pour les automobilistes, lui-même racheté par Google en 2013, associe une « communauté » de contributeurs autour du développement de son application, il récupère ainsi toute la créativité et le travail gratuit des utilisateurs qui lui sont attachés. La connexion entre les deux mondes est réelle et pourtant, l'organisation sociale de la production du logiciel libre

laisse toujours entrevoir d’autres possibilités qui tiennent lieu de nouveau « mode de production ».

Il est donc nécessaire de dépasser l’inventaire des propriétés économiques du numérique pour entrer dans le débat sur le statut conceptuel de cette supposée économie numérique. Des choix qui seront faits dépendent beaucoup de clés de compréhension des mutations en cours et des controverses permanentes qui agitent ce milieu toujours en mouvement.

Y a-t-il une économie numérique ?

Les dirigeants européens ont perçu la mutation qui émergeait avec le numérique dès lors qu'Internet et surtout le Web furent ouverts au marché à partir de 1995. La stratégie de Lisbonne de 2000 traduit cette exigence en termes d'objectifs mais aussi de catégories. Il n'est plus question de « société de l'information » sans doute trop banal mais pas plus d'« autoroutes de l'information » selon la traduction portée par Gérard Théry en France à la fin des années 1990, reprenant le thème « *information highways* » que Al Gore avait popularisé en 1995. Ce modèle industrialiste, qui insiste sur les tuyaux, était accompagné d'ailleurs de l'expression « *digital divide* » qui montrait le souci redistributif de l'État fédéral américain. Il y a quelque ironie à constater que Al Gore lançait ces expressions au moment même où il libéralisait Internet en faisant passer sa gestion de la NSF (*National Science Foundation*) au marché qui devait donc être le porteur de cette politique de redistribution. De la même façon, l'Union européenne se trouvait quelque peu à contretemps lorsqu'elle lança sa politique de la « société de la connaissance » en mars 2000 à Lisbonne alors que la bulle Internet allait exploser en juillet de la même année. Ces discours d'accompagnement révèlent ainsi leurs limites et ne peuvent servir à penser les phénomènes en cours. Cependant, ils indiquent aussi des cadrages conceptuels qui seront ensuite véhiculés pendant des années par les médias et les responsables politiques dès lors que les sciences sociales n'auront pas produit un cadrage alternatif suffisamment populaire. La société de la connaissance de la stratégie de Lisbonne fixait ainsi plusieurs objectifs qui concernent directement le numérique et qui ont tous été peu mobilisateurs. Ainsi, les 3 % du PIB consacrés à la R&D n'ont jamais été atteints et ont même régressé de la part des États comme du privé, car le court-termisme financier et l'austérité qui l'accompagne sont contradictoires avec cette vision. À tel point qu'un champion mondial de la téléphonie mobile comme Nokia, ayant raté le tournant des smartphones, fut racheté par Microsoft en 2014 et réorienté totalement vers les réseaux. Les seules connaissances qui sont valorisées dans les comptes des entreprises sont les brevets et les marques.

Or, l'on sait désormais qu'ils ne représentent qu'une valeur d'actif financier, aisément délocalisable pour des raisons d'optimisation fiscale (Google ou Apple font payer des royalties à leurs sociétés locales au profit d'autres filiales situées dans les paradis fiscaux au point de ne payer que 2 % de taxes sur leurs bénéfices au final), mais non une ressource véritable pour une industrialisation.

La « société de la connaissance » est donc loin d'avoir justifié ses principes théoriques et les faibles résultats des stratégies mises en place en son nom ne plaident pas en sa faveur. Cependant, bien d'autres paradigmes se sont présentés qui peuvent constituer des cadres d'analyse concurrents et surtout plus précis.

Économie de la connaissance

L'« économie de la connaissance » avait été annoncée depuis longtemps avant le rapport de la Commission européenne et constituée comme un cadre conceptuel fécond [Foray, 2018]. En effet, l'information est présente à tous les stades de toutes les filières, y compris dans l'industrie et dans l'agriculture même. Ainsi peut-on dire que 60 % du prix du cochon repose sur du traitement d'information et de connaissances : le suivi de l'activité qui relève du *reporting* comme dans toute société, la gestion, la conception et le pilotage des machines, les recherches sur les produits alimentaires, le suivi sanitaire de tous les instants, les techniques de commercialisation, etc. Cette économie de la connaissance repose selon Foray et ses collègues sur la *qualification* des personnes (producteur et consommateur) et des biens et ce point deviendra important dans tout Internet pour s'orienter dans l'offre abondante qui est mise à disposition. Les personnes doivent tendre à devenir des experts comme le disait Castells [2009] et non plus seulement des exécutants. Les savoirs tacites restent certes importants comme dans toute organisation mais ils doivent être de plus en plus codifiés pour être transmissibles et valorisables (*Learning Economy*). Cette économie de la connaissance se révèle donc être le plus souvent une économie des qualités (et des « singularités », comme le propose Karpik [2007]). L'évaluation et la comparaison sont omniprésentes, la recherche est effectuée par le consommateur, tandis que les notations, les recommandations, les mesures d'audience restent essentielles mais doivent rendre compte de l'activité de ces récepteurs devenus contributeurs.

L'innovation est devenue permanente dans cette économie : comment peut-on rendre visibles ces qualités dans une telle prolifération qui crée de la désorientation ? L'école de l'économie des conventions permet de rendre compte des formes qui sont trouvées (et qui constituent des « investissements de forme », selon le terme de Thévenot [1986]) pour organiser la coordination au cœur de cette désorientation sur les qualités proliférantes. Les indices et les mesures deviennent alors décisifs, non par la seule valorisation du calcul et des puissances de calcul du numérique mais parce qu'ils sont la condition d'un monde commensurable. Ces mesures sont soit quantitatives comme les mesures d'audience, soit fondées sur les autorités (Parker, Gault et Millau). Désormais, ce sont aussi les foules et leurs capacités d'évaluation et de recommandation qui deviennent capables de produire de la réputation et d'orienter les publics sur les offres présentes en ligne [Pasquier *et al.*, 2014]. Le numéro de la revue *Terrains et Travaux* consacré à « la réputation et ses dispositifs » fait un bilan très documenté de l'emprise de la mesure de la réputation dans plusieurs domaines [Beuscart *et al.*, 2015]. Cette frénésie de notation ne peut faire oublier la question de l'évaluation des évaluateurs comme l'a montré la crise – très brève ! – des agences de notation financière, juges et parties. Ce qui est aussi le cas de la foule des internautes dont on ignore le statut et qui peut masquer en réalité des achats massifs de *like* et autres indicateurs de réputation par ceux-là mêmes qui proposent un contenu, ce qu'on appelle l'*astroturfing*. Le lien étroit entre le développement de cette calculabilité généralisée et le triomphe de la finance et des marques ne peut être esquivé. Le rôle des marques dans l'orientation des consommateurs, dès lors que la vente en vrac est supplantée par le packaging, avait été cependant déjà bien documenté par Franck Cochoy [2002] bien avant l'apparition du numérique.

L'économie de la connaissance pourrait ainsi se résumer à une domination des marques comme signes de re-connaissance produisant de la valeur en eux-mêmes. Il se trouve que dans l'économie financière, la réputation des marques est désormais devenue une valeur comptable reconnue, immatérielle certes, mais évaluable comme « *fair value off the books* » c'est-à-dire au prix que cette marque représenterait sur le marché en cas de revente. Une telle abstraction produit une grande incertitude pour les investisseurs. Cela justifie tous les appareils d'objectivation d'une valeur de la marque que l'on va retrouver dans la mobilisation des traces,

grâce à des méthodes de suivi numérique des activités qui signalent l'attention mobilisée de la part des clients.

Économie de l'attention ?

L'économie des qualités, cette économie de la connaissance, ne serait-elle pas finalement réduite, dans le mouvement de financiarisation, à une économie de l'attention, dont nous avons présenté certaines propriétés cognitives ? La rareté de l'attention avait été déjà mentionnée par Herbert Simon [1971] face à l'abondance de l'information et, dans sa triple vision d'économiste, de cognitiviste et de spécialiste des systèmes d'information, il considérait que des systèmes de filtrage intelligents permettraient de résoudre le problème, ce qui apparut en effet grâce aux moteurs de recherche. Les enjeux d'asymétrie d'information et de coordination des agents qui avaient fait le cœur de ses travaux étaient ainsi prolongés. En insistant sur la rareté de l'attention, Simon réalisait un retournement de point de vue qui fut oublié dans les années 1990 d'explosion du Web. À cette époque, tous les supposés visionnaires, dont J. Attali, mirent en avant le coût marginal nul de la reproduction de l'information et la non-rivalité du bien immatériel qu'est l'information (je donne l'information mais je l'ai toujours) pour prophétiser un changement de paradigme économique. La loi des rendements décroissants (Ricardo, Malthus) était remise en cause lorsqu'on passait à une économie de l'information abondante et non rivale. Ils avaient oublié les grands ayants droit qui firent en sorte de prolonger le copyright qui freine cette circulation et surtout ils n'avaient pas pris en compte le nouveau bien rare, l'attention. De ce point de vue, focaliser l'analyse des mutations numériques sur l'attention est salutaire car cela oblige à rester les pieds sur terre, grâce à des constatations élémentaires, telles que notre « temps de cerveau disponible », soit moins de 24 heures par jour au maximum, malgré toute la multi-activité dont les humains mutants que nous sommes deviennent capables.

Comme nous l'avons indiqué, plusieurs auteurs ont prolongé cette idée mais E. Kessous y a apporté un soin particulier en montrant de façon judicieuse le lien entre économie de l'attention et données personnelles [Kessous, 2012]. La rareté de l'attention rend particulièrement précieux les moments où le client ou le public marque son intérêt aussi minime soit-il pour une offre. Kessous appelle cela des « dépôts d'attention ». Tout le

système de traces numériques qui se met en place à partir des réseaux sociaux mais bien au-delà (un clic sur un lien dans Google est une trace déjà exploitable) permet de collecter ces bribes d'attention pour les calculer (et les métriques deviennent essentielles, telles celles de la réputation), et pour orienter les stratégies de marketing. La forme, le style et le design des marques, comme l'indique Richard Lanham [2006[1]] deviennent des ressources clés pour capter cette attention et exploiter ses traces-dépôts. Comme nous l'avons montré [Boullier, 2009], selon que l'on favorise la captation durable de l'attention (la fidélisation, « *loyalty* ») ou l'intensité par le choc médiatique (l'alerte), on produira des liens plus ou moins forts avec un public ou une clientèle. Les propriétés cognitives de l'attention sont donc bien mobilisées, la durée et l'intensité comme le disait Ribot [1889].

L'omniprésence des marques et des signes qui vont capter ces flux d'attention permet de faire le lien avec une économie de la connaissance, mais comme on le voit, cette dernière est alors réduite à des perceptions éphémères, à des traces, qui sont pourtant les principales sources de valorisation pour toutes les plateformes où le gratuit semble la règle. Frédéric Kaplan [2014] conteste cette insistance sur l'économie de l'attention en lui préférant une « économie de l'expression » fondatrice de ce qu'il nomme un « capitalisme linguistique ». En effet, la fortune de Google est faite grâce à la vente des mots (*Adwords*) et étant donné la position dominante de la plateforme, cela finit par influer sur la production linguistique collective. Cela peut même être étendu aux traductions de Google Translate qui utilise l'anglais comme langue pivot, ce qui explique une bonne part des résultats étranges (FR = « il pleut des cordes » devient IT : « *piove gatti e cani* » *via* US « *it rains cats and dogs* » !!!). Voilà un autre effet de ce capitalisme cognitif qui génère selon lui des créoles inédits.

Les signaux de l’économie d’opinion

Ces signaux que sont les mots-clés mais aussi toutes les traces que nous laissons délibérément ou qui sont captées à notre insu dans nos activités numériques constituent en fait la source de valeur dominante pour les plateformes tout comme ils le sont depuis 1980 environ dans l’économie financière. Suivons sur ce point André Orléan qui nous permet de marquer la rupture entre l’économie financière et l’économie industrielle et de faire le lien avec ce qui se déroule dans la captation des traces et la course à la réputation que nous expérimentons tous. Orléan [1999, 2011] a montré comment l’économie d’opinion est la matrice commune enracinée dans la financiarisation et étendue à tous les biens immatériels qui, de ce fait, a contaminé tout le système économique.

Le jeu des investisseurs, qui s’avèrent être largement des spéculateurs, peut être rapproché du concours de beauté de Keynes [1936]. « Il consiste à élire les plus belles jeunes femmes parmi une centaine de photographies publiées. Le gagnant est le lecteur dont la sélection se rapproche au mieux des six photographies les plus choisies. En d’autres termes, le gagnant est celui s’approchant au mieux du consensus global » (source Wikipédia). Orléan parle alors d’un processus d’opinion majoritaire autoréférentiel. Cela mobilise une rationalité stratégique car les participants doivent viser à repérer l’opinion des autres pour se faire la leur et ensuite anticiper de même l’opinion que les autres se font de l’opinion commune.

Le processus est donc à plusieurs niveaux, sans fin, et n’a pas de référence autre que lui-même et les informations qu’il peut glaner sur les opinions des uns et des autres par convention ou par rupture de secret. Ce modèle conduit à une autoréalisation des croyances et à des effets de convention forts puisqu’il faut sans cesse s’ajuster aux évaluations supposées des autres et c’est ce que font les *traders*. Et tous les signaux qui peuvent être transmis n’ont pas d’autres fonctions que de faire bouger ces évaluations des biens, aussi immatériels soient-ils, comme les marques ou les brevets, réels ou annoncés, car tout est devenu une question d’image, de jeux de miroir (et « spéculaire » rejoint « spéculation »). On comprend mieux la complexité mathématique des produits financiers qui doivent

simuler de tels mécanismes et leur déconnexion complète de ce qu'on appelle encore les fondamentaux.

Une telle économie fonctionne à la contagion et à l'imitation (pour la suivre, la provoquer ou la contredire selon les avantages à tirer) pour lesquelles la vitesse des réseaux numériques est essentielle. Signalons pour mémoire qu'une bonne part du *ranking* de Google relève des mêmes principes. La puissance des méthodes probabilistes a laissé croire que les algorithmes de la finance de marché pouvaient affronter toutes les situations, alors que ces modèles auto-référentiels sont par définition probabilistes et ne peuvent donc que suivre des tendances déjà connues, ce qui les conduit à des opérations suicidaires lorsque des comportements marginaux deviennent la loi normale en très peu de temps, comme l'avait annoncé Paul Jorion [2007]. La vitesse des réseaux et l'importance des effets de contagion qu'ils favorisent ne constituent pas des phénomènes marginaux propres à l'information ou aux biens immatériels : ils amplifient les tendances fondamentales d'une économie financière et mettent en péril, comme en 2007-2008, tout le système économique. Les bulles ne sont plus une panne temporaire, elles sont un mécanisme chronique qui peut faire basculer non seulement l'économie financière mais tout secteur économique soumis à ces mêmes règles, comme on le voit pour les matières premières ou les valeurs technologiques (biotechnologies ou numérique) ou encore pour le marché des changes.

Sur ce dernier point, Orléan va plus loin dans la dématérialisation de l'économie discipline et propose un saut considérable fort utile pour le numérique. Pour Orléan, la monnaie fait la valeur. Il est temps d'arrêter de distinguer une valeur qui serait fondée sur une substance autre que l'échange monétaire. Chez Marx (et Smith et Ricardo), la durée du travail est la source de la valeur. Chez les néoclassiques comme Jevons, Menger et Walras, c'est l'utilité qui la fonde. Dans les deux cas, l'intérêt pour les marchés réels et leur spécificité est moindre puisque tout peut être rapporté à une fiction totalisante, la valeur. Alors que la sociologie économique a montré les différences considérables entre les marchés du poisson, du travail ou de l'immobilier par exemple.

Pour Orléan, la médiation qui est supposée mesurer la valeur (la monnaie) est en fait le fruit permanent d'un échange qui fixe les termes même de l'échange. L'échange est donc premier, sans valeur repère intrinsèque qui serait située hors de l'échange. Dès lors, l'opinion est au

cœur de la monnaie, puisqu'elle est la valeur fiduciaire, c'est-à-dire la confiance qui n'a aucun fondement extérieur à l'échange : « Il n'y a d'expression de la valeur que monétaire. » Orléan relève que le troc est une aberration en économie marchande alors qu'il est pourtant présenté par Marx et Walras comme la fiction d'origine dont la monnaie découle. Pour Orléan, la financiarisation est l'extension normale de l'échange libéré de toutes contraintes lors de la dérégulation entamée au début des années 1980. Il considère qu'il faut refonder toute l'économie comme science en la considérant d'emblée comme une science sociale et non en la réencastrant après l'avoir séparée, reprenant ainsi la critique que Michel Callon [1998] avait formulée. Dans cette économie, les échanges sont la clé. Il s'appuie pour cela sur le modèle de « la société » qui pèse sur les individus telle que la pensait Durkheim, ce qui est selon nous quelque peu contradictoire car les échanges n'avaient guère d'importance chez lui. Chez Tarde, au contraire, ils étaient au cœur même de « la société en train de se faire ».

Dès lors que les échanges sont la clé, on comprend mieux que les mutations des réseaux deviennent décisives et ne sont pas pour rien dans la financiarisation et dans les crises successives qu'elle entraîne. Les enjeux de la matérialité des connexions sont parfaitement décrits par Alexandre Laumonier [2014] : « En termes de transmission de l'information entre plateformes de négociation (par exemple entre New York, où sont les principaux marchés d'actions, et Chicago, où se trouvent les marchés des dérivés), la limite ultime qui est celle de la vitesse de la lumière dans le vide (soit 300 mètres par milliseconde) est quasiment atteinte. Le réseau de micro-ondes de McKay Brothers, le leader des transmissions entre New York et Chicago, permet aux ordres boursiers de relier les deux villes en 8,12 millisecondes, soit à 95 % de la vitesse de la lumière. Il est peu probable qu'on puisse physiquement aller beaucoup plus vite. »

De même, explique-t-il l'importance stratégique de la colocation : « La colocation, qui consiste, pour un opérateur de marché à loger ses algorithmes au plus près des Bourses, c'est-à-dire dans les *data centers*, à quelques mètres du moteur d'appariement, et ce pour éviter le temps de transport de l'information (ordres envoyés, informations récupérées, etc.). […] Le moteur d'appariement du Nasdaq gère par exemple 1 million de messages par seconde (soit 1 par millionième de seconde) – par message on entend un ordre, une cotation, etc. En une seule journée, ce sont donc plus de 25 milliards de messages qui transitent par leur plateforme, ce qui est

considérable. » Ce qui est en jeu relève d'une manipulation délibérée des signaux du marché et pour le marché : il faut parvenir à « *front-runner* », à connaître avant les autres les liquidités disponibles sur un titre. Pour cela, des ordres d'un très faible montant (100 actions par exemple) sont proposés, ce qui permet de faire réagir les donneurs d'ordre, à la vente et à l'achat, et de connaître le prix qu'ils sont prêts à payer. Comme les transactions sont désormais possibles au cent près et même en dessous, ce qui n'était pas le cas avant les années 2007-2008, il est tout à fait possible de lancer avant les autres, si l'on est bien placé techniquement et avec les bons algorithmes, un ordre d'achat ou de vente portant sur une différence infime, qui multipliée par des centaines de milliers d'ordres peut engendrer des gains ultrarapides, en quelques millisecondes. On comprend mieux que 75 % des ordres du *High Frequency Trading* ne soient jamais passés réellement car ce sont en fait des tests, des requêtes sur les positions possibles sans se faire détecter (d'où les montants minimes), avant de prendre des décisions d'achat ou de vente réelles. Pour toutes ces opérations de spéculation et de manipulation des signaux et de l'attention des traders (*quote stuffing*, *spoofing*, *layering*, ou plus officiellement *Post Only Orders*, *Hide Not Slide*, etc.), les algorithmes les plus performants sont développés sous des noms très évocateurs : Guerilla, Blast, Sniffer, Stealth, Shark, Dagger… [Laumonier, 2013, p. 108-109]. Parfois même, il s'agit seulement d'intoxiquer le réseau (*quote stuffing*) pour ralentir les transactions des autres en lançant des volumes d'ordres considérables, au point de générer des *flash crashs* en 2010 et en 2012. Laumonier a prolongé ses travaux [2014] par une généalogie des marchés à terme et du caractère aléatoire des marchés qui curieusement confortait l'hypothèse de rationalité des marchés (la marche au hasard étant en fait supposée compensée sans valeurs extrêmes). Il a même entrepris [Laumonier, 2019] une anthropologie des techniques de transmission filaires et non filaires pour raconter la compétition féroce pour occuper les points hauts en ligne droite entre les places de marchés financiers, qui sont en fait des fermes de serveurs désormais. Son œuvre constitue sans doute la meilleure description de l'intérieur de ce qu'il faut appeler le capitalisme financier numérique, où les enjeux d'infrastructures, d'algorithmes et de spéculation sont les mieux entrelacés. Une approche plus organisationnelle et ethnographique a été proposée par Vincent Lépinay [2011] et permet de comprendre la production des produits dérivés. On trouvera un équivalent anglo-saxon,

plus journalistique chez Michaël Lewis [2014]. Il met en scène la découverte par un responsable de la Royal Bank of Canada du principe du HFT et des *dark pools* (places de marché cachées par les grandes banques qui leur permettent de réguler leurs ordres à volonté en sélectionnant les marchés les moins coûteux pour elles). Son récit est terrible pour comprendre comment de l'opacité a été délibérément créée pour les investisseurs eux-mêmes grâce à la performance des réseaux et des algorithmes, de façon à permettre à quelques intermédiaires de générer des profits colossaux sur une activité microscopique et frénétique. C'est une activité rentière et parasite qui s'est installée sur le dos de l'économie financière elle-même et que personne ne veut pourtant réguler. Mieux même, elle finit par inspirer toutes les autres activités en termes de manipulation des signaux, de réputation, de *scoring* et de *ranking*.

Les images réciproques, les anticipations sur les attentes des autres acteurs dans une mise en abyme sans fin sont amplifiées à la fois par la puissance de calcul des algorithmes qui font tenir les fictions de titrisations en chaîne, et par la vitesse de transaction qui favorise la domination du *High Frequency Trading*. La financiarisation est issue pour Orléan du mécanisme intrinsèque de la monnaie qui détermine la valeur et qui se déploie dans toute son *ubris* dès lors que tous les contrôles ont été abandonnés. La contribution du droit et des innovations juridiques à cette évolution générale est finement expliquée par Pascale Cornut-Saint Pierre [2019] dans le cas des produits dérivés (*swaps*).

Pour Moulier-Boutang, qui déploie une autre critique du capitalisme comme « capitalisme cognitif » en revanche, la valeur reste encore constituée à l'extérieur de l'échange : elle n'est plus le temps de travail comme chez Marx mais la pollinisation [Moulier-Boutang, 2010] produite par la circulation des immatériels et la créativité des nouveaux producteurs. Le surplus issu de cette pollinisation n'a pas de statut car il est incertain et non captable ce qui génère les paris financiers que l'on connaît. La nature immatérielle des biens crée l'incertitude et la circulation qui à leur tour créent la financiarisation. Les connaissances qui circulent sont tous les contenus produits par les activités libres, dont le logiciel libre qui sert de modèle à toute cette construction, et les échanges interpersonnels qui génèrent de la valeur. Il est certain que la valeur produite dans Wikipédia n'apparaît en rien dans les comptes du PIB. De même, dans les entreprises, seuls les brevets et les marques sont pris en compte, depuis la révision de la

norme comptable IFRS à la fin des années 1990 avec l'IAS 38 qui adopte les principes américains en prenant en compte les immobilisations incorporelles. Pour apprécier la valeur de ces immatériels, il faut l'estimer comme « *fair value off the books* » c'est-à-dire sur le marché, en cas de revente hypothétique, bien au-delà d'une stricte valeur comptable, dans une forme de spéculation sur les attentes supposées du marché. Les acheteurs qui acceptent de considérer ces éléments parmi les actifs font alors preuve de « bonne volonté » pour payer un coût supplémentaire pour l'entreprise. C'est ce qui est appelé « *goodwill* » qui conduit à acheter les titres d'une entreprise en tenant compte de la réputation de sa marque par exemple ou de son portefeuille de brevets qui n'ont jamais été développés. On comprend dès lors que les immatériels favorisent tant les bulles comme cela s'est passé avec toutes les start-up en 2000 et comme le montrent très régulièrement les achats réalisés par les grandes plateformes de sociétés qui ne sont pas à l'équilibre et qui n'ont même pas une base clients stabilisés et solvables.

Mais cette acceptation de l'incertitude sous forme de *goodwill* a un prix pour les investisseurs et pour les firmes financières en général : l'engagement sera moindre, à plus court terme, la fluidité exigée sera maximale, ce qui dévalorisera les immobilisations (une firme sans usines mais avec une marque est idéale sur ce plan), et la rémunération du capital devra être nettement plus élevée que pour d'autres secteurs, puisqu'une rentabilité à deux chiffres est pour certains investisseurs est devenue la norme, alors qu'elle n'a aucun sens du point de vue industriel classique. Pour Moulier-Boutang, cette exigence de « valeur pour l'actionnaire » provient avant toute chose de cette incertitude sur les immatériels, alors que pour Orléan, c'est seulement la dynamique de la valeur qui n'a pas de référence hors de l'échange et qui aboutit à ces dérives dès lors que les régulations ont été supprimées. Les principes mêmes de la fluidité et de l'incertitude sont des traits importants de l'époque contemporaine mais ils ont été identifiés indépendamment du numérique ou de la nature des biens en cause [Boltanski et Chiappello, 1999]. Dans leur « nouvel esprit du capitalisme », ils avaient ainsi montré que « le projet » était devenu un mode de justification omniprésent où la grandeur consistait à être connecté, à être appelé à participer à des projets et donc à se montrer flexible, réactif et créatif. Ils fondaient cette évolution dans la critique du travail des années 1970 qui refusait le taylorisme et avait été intégrée par « le nouvel

esprit du capitalisme » dans tous les secteurs. De fait, cette grandeur se retrouve partagée par de grandes parties de la société, bien au-delà de la finance. Pour être appelé dans un projet, au point de vivre sa vie comme une succession de projets, il faut cultiver sa réputation et donner les bons signaux, explicitement ou à travers les traces que l'on laisse par ses parcours, ses « amis », ses clics. Entre les attracteurs financiers et les attirances des rencontres, la différence n'est finalement plus si grande. Et l'apprentissage collectif sur la façon d'attirer, de séduire, si répandue dans les médias, est désormais implémentée dans les algorithmes des plateformes, sociales ou non. Tout le monde cherche des investisseurs, pourrait alors dire Michel Feher [2017], au point de se retrouver en concurrence avec d'autres investis ou d'être sollicité comme un investisseur, par le seul fait d'accepter une demande de contact sur LinkedIn.

La lutte des investisseurs et des investis

Les formes de captation de l'attention que nous avons déjà présentées se trouvent désormais au cœur d'une économie financiarisée et numérisée. Elle ne se limite pas à une mesure d'audience de contenus culturels, on l'aura compris. Elle ne se contente pas d'affecter nos relations interpersonnelles par la pression constante des notifications. Elle repose sur la captation et la manipulation de signaux qui feront réagir les investisseurs. Dès lors, toute technique d'information (et le numérique n'est que cela augmenté par le calcul) prend une place décisive pour orienter la coordination des acteurs et rendre calculables et prédictibles les attentes des autres investisseurs. Comme nous l'avons vu avec Orléan, cette spéculation sur l'orientation de l'opinion commune des investisseurs constitue le levier de toutes les décisions, de plus en plus automatisées pour cette raison puisqu'il s'agit de probabiliser des séries de signaux fournis par les offres d'achat et de vente sur des titres donnés ou par des informations mises en forme par les firmes, les experts, les agences de notation, etc. Toute l'économie financière n'est qu'échange de signaux, délibérément ou involontairement émis, mais dans tous les cas interprétés par des investisseurs. Pour Michel Feher, ce principe de quête d'investisseurs se loge en priorité dans la finance mais s'est finalement étendu à tous les acteurs : les gouvernements, les villes, les entreprises, les artistes, les artisans, les commerces, les médias, et les publics, les consommateurs, les utilisateurs, eux-mêmes. En effet, toute la dynamique économique tourne autour du *crédit,* financier ou médiatique, c'est-à-dire autour de la réputation, cette croyance qui permet d'obtenir des ressources et qui suppose pour cela de capter l'attention en envoyant les bons signaux aux bons investisseurs.

Les modèles hiérarchiques de coordination entre agents économiques qui supposent une forme de loyauté à l'intérieur de la firme ou dans le cadre d'un contrat, pour installer des conventions durables, ne pèsent plus lourd face à la haute fréquence et à la volatilité de la réputation des investis en quête de l'attention des investisseurs. Les « décisions » à la microseconde prises par les algorithmes de *trading* haute fréquence reposent sur des

signaux très fugaces qui produisent cependant une image du marché et des attentes des investisseurs. Les décisions des médias qui déprogramment le matin même en fonction des scores d'audience reçus dans la nuit par le médiamat en France sont tout autant dictées par la réputation qu'il faut gagner auprès des téléspectateurs mais surtout auprès des marques qui vont tenter de capter l'attention de ces mêmes téléspectateurs en investissant dans des placements publicitaires finement ciblés. Le salarié qui cherche à obtenir une augmentation ou un avancement sait qu'il doit fournir les bons signaux et « cocher les bonnes cases » non seulement lors des entretiens annuels d'évaluation mais au jour le jour, dans les situations les plus stressantes. Et s'il préfère avoir sa liberté et s'installer comme autoentrepreneur, il devra sans cesse accepter les notations de ses clients, de ses fournisseurs, de la plateforme sur laquelle il fait ses offres de service. Les startuppers qui veulent réussir leur levée de fonds auront appris comment séduire les investisseurs durant des *pitchs* bien formatés, qui sauront transmettre les bons signaux et éviter toutes les informations dérangeantes avec les tableaux de bord qui vont bien (mais aussi le storytelling qui enrobe le tout). L'acheteur potentiel de voiture devra présenter à sa banque ou à la société de crédit tous les signaux qui témoigneront de sa solvabilité voire de son comportement budgétaire moralement acceptable car c'est la banque qui investit en accordant un crédit selon des scores désormais finement calculés là aussi. Le youtubeur qui veut augmenter son nombre de vues (ou même le simple possesseur d'un compte Facebook qui quémande seulement quelques *likes* !) apprendra, grâce aux ateliers de Google, comment mieux réaliser ses vidéos, à quel moment les placer et en même temps mieux les monétiser pour Google et pour lui-même éventuellement, grâce à des *analytics* toujours plus affinés. Enfin, le dragueur compulsif tout autant que le cœur à prendre apprendront à fournir les bonnes informations sur leur profil de site de rencontre, et à indiquer précisément les « *features* » des partenaires recherché-e-s, car ils cherchent à attirer l'investissement affectif et/ou libidinal des autres membres.

Michel Feher propose ici une grille d'analyse extrêmement parlante pour tous les aspects et statuts de la vie économique ou ordinaire. Il l'enracine dans une histoire du xx^{e} siècle et de la financiarisation où l'on comprend comment le crédit s'est installé comme le substitut à la consommation pour maintenir un semblant de croissance, dès lors que les salaires ont été

définitivement comprimés au profit de la valeur pour l'actionnaire et cela depuis les années 1980 principalement. Le statut des dirigeants des grandes firmes ayant changé à partir de 1980 avec les bonus et les stock-options, ces dirigeants ne sont plus les porteurs de la personne morale de la firme mais deviennent les alliés directement intéressés des actionnaires. Cette mutation organisationnelle change tout l'équilibre de l'institution qu'est l'entreprise au point de parvenir à convaincre le public que l'entreprise est la propriété des actionnaires puisqu'ils ont investi de l'argent, alors que comme le rappelle O. Favereau [2014], ils ne sont propriétaires que de leurs actions, l'entreprise étant légalement une personne morale indépendante des personnes physiques qui y contribuent (d'où la fréquence des abus de biens sociaux, les dirigeants et les actionnaires confondant allègrement les deux registres juridiques). De même, les États ont été mis délibérément depuis les années 1970 dans l'obligation de se financer sur les marchés [Lemoine, 2016] et non plus en utilisant leur planche à billets puisqu'on les accusait de générer abusivement de l'inflation de cette façon et de mal gérer les affaires publiques, que l'on assimile petit à petit à une entreprise. Tous ces éléments que documente très bien Michel Feher sont en fait constitutifs d'une dépendance générale de tous les acteurs au crédit et à la quête d'investisseurs. Les conséquences sont essentielles dans toutes les relations sociales même si, dans son livre, Michel Feher se focalise sur leur dimension économique et sociale. Voici le tableau comparé que l'on peut dresser à partir de ses oppositions :

Tableau 4.8 Les nouveaux principes d'opposition au temps des investis chez Michel Feher

Capitalisme industriel	Capitalisme financier
Employeurs	Investisseurs
Employés	Parties prenantes
Extraction de profit	Allocation de crédit
Négociations	Spéculations
Salaire	Responsabilité sociale des entreprises
Cartels patronaux	Agences de notation
Employeurs	Investisseurs
Gouvernement	Gouvernance
Droit	Arbitrages
Fiscalité	Endettement
Élections périodiques	Évaluations continues
Subordination	Mobilisation
Salariés	Investis
Subordination compensée	Interdépendance sponsorisée
Travailleurs précaires	Partenaires affranchis

Les conséquences sociétales d'un tel renversement de point de vue sont particulièrement amplifiées par le numérique. La mesure, le *benchmarking*, les scores, les notations, sont partout et la bonne évaluation devient de plus en plus multicritères et de ce fait de moins en moins discutable. Toutes les applications en regorgent, des plus professionnelles aux plus triviales. La traçabilité de nos comportements et leur calculabilité sont désormais permanentes, évolutives (*real time*), publiques (au nom de la transparence : tableau de bord et *analytics* de toutes sortes). Leurs conséquences peuvent devenir vitales comme dans le système chinois, justement nommé « *social credit* », qui exploite les moindres déviations de comportement pour réduire les scores de crédit et d'accès à certains biens rares (voyages en avion, nouveaux logements, etc.).

Ce modèle chinois peut sembler éloigné de nos valeurs occidentales et démocratiques. L'histoire de la mise en œuvre de la doctrine libérale que réalise Grégoire Chamayou [2018] montre au contraire comment tous les arguments et toutes les expériences (dont le sinistre Chili de Pinochet et des Chicago Boys) ont contribué à tester la faisabilité d'un libéralisme autoritaire. Face à la contestation généralisée des années 1970 qui rendait « la société ingouvernable », la stratégie fut double. L'affaiblissement de l'État était programmé en visant la réduction de son autonomie financière à travers le mécanisme de la dette financiarisée et l'organisation de la dérégulation systématique. La vulgate sur l'« État plateforme » constitue la version plus récente et numérique du même projet, puisqu'il faut, comme pour toutes les plateformes, se débarrasser de toutes les immobilisations (privatisations et réduction du périmètre des services publics) pour se contenter de mettre en relation les acteurs économiques supposés autonomes. Cependant, cette exigence de laisser-faire devait se combiner avec un renforcement du pouvoir des États pour surveiller la population d'une part et assurer que la politique soit réduite à la portion congrue d'autre part. Car toutes les oppositions sont génératrices d'incertitude toujours déplaisantes pour les investisseurs et tout débat contradictoire peut faire resurgir des visions d'autres possibles. Or, le TINA (*There is No Alternative*) doit bien devenir le mantra qui permet à l'État de gouverner de façon disciplinaire et technocratique à la fois. « La grande question du choix de société, on l'élude en la dissolvant dans les minuscules questions d'une société de choix. La ruse de la raison micro-politique consiste en ceci que, dans ces micro-choix, on décide aussi par surcroît, sans le savoir,

d’autre chose que leur objet immédiat, les volitions de chacun contribuant à construire une société que l’on n’aurait peut-être pas choisie si on nous l’avait présentée dès le départ comme étant le résultat attendu » [Chamayou, 2018, p. 255]. Or ces micro-choix sont au cœur des mécanismes de l’attention des plateformes qui orientent les goûts des consommateurs tout en semblant les satisfaire mieux car elles connaissent (mieux qu’eux-mêmes) leurs préférences !

La traçabilité des comportements est devenue la ressource clé de l’économie numérique des plateformes au point d’engendrer dans toute vision du social une forme de « biais comportementaliste » [Bergeron *et al.*, 2018]. Cela se combine parfaitement avec l’extension de la lutte pour les investisseurs et les méthodes de management par les micro-choix ou par les *nudges*. Ce micro-management des comportements, pour les clients, pour les professionnels et pour les internautes répond en miroir à ces spéculations microscopiques de la finance à haute fréquence. Dans tous les cas, ce sont bien des traces qui à la fois enregistrent et déclenchent des comportements, des préférences, supposées justifier tous les processus et toutes les décisions. Les architectures de choix que préconisent Thaler et Susstein [2010] à travers les *nudges* sont en fait des façons de faire agir les sujets sans qu’ils en aient conscience. Soshana Zuboff [2019] recadre ces approches dans une économie de l’action. Le *conditionnement* est une des approches connues dans cette économie de l’action, avec ce paradoxe que désormais, l’apprentissage des bons conditionnements se fait par l’expérimentation continue, sous forme de tests A/B que Hal Varian a vanté à Google. La seconde approche, « *tuning* » est exactement celle des *nudges* fondée sur des indices subliminaux qui restent cependant encore des signaux perçus qui font agir. La troisième approche, « *herding* », est plus brutale et suppose un contrôle direct sur les objets connectés, comme pour un troupeau que l’on guide par les clôtures. Toutes ces méthodes relèvent en fait de ce qu’elle nomme un capitalisme de surveillance, qui se combine étroitement avec cette captation généralisée des traces. C’est aussi ce que Muniesa [2017, 2019] souligne lorsqu’il liste la possible valorisation de toute entité : « La valorisation de tout – données personnelles et contenus numériques, mais aussi localisations géographiques, données thermiques, comportement de crédit et de consommation, traces sur les réseaux sociaux, données de télésurveillance, textes en tous genres, images, état de santé, patrimoine génétique, parenté et parentalité (bref, tout !) – produit cet actif

économique par excellence que devient la “société”, faite ainsi de comportement et d’information. »

Les biens immatériels, leviers pour les plateformes

Le numérique transforme profondément les principes de production et d'échange dès lors qu'il repose sur des biens immatériels, de la vidéo au logiciel libre, de la base de données aux commentaires sur le Web. Toute la dimension distribuée du réseau des réseaux semble finalement se réduire à un effet plateforme généralisé. Nous verrons plus loin comment des alternatives peuvent surgir et à quelle condition. Mais l'effet plateforme mérite d'être expliqué en détail car il possède plusieurs dimensions que nous allons présenter successivement : le rôle des immatériels, l'absence de contraintes physiques pour la distribution, l'effet réseau qui est au cœur de l'effet plateforme, la gratuité comme amorçage nécessaire, le marché double-versant, la connaissance des publics grâce aux données, le travail des tâcherons pour exploiter ces données. On trouvera aussi chez Christophe Bénavent [2016] une présentation complète de ces propriétés des plateformes, qui insiste sur leur capacité à nous gouverner dans tous nos choix.

Des biens rivaux aux biens d'expérience

La mutation numérique fait proliférer les immatériels et engendre des incertitudes qui vont en retour obliger à trouver des métriques pour s'orienter, évaluer et benchmarker [Bruno et Didier, 2013]. L'incertitude porte notamment sur sur la propriété des biens immatériels ainsi créés. En effet, il reste encore impossible d'enfermer une idée mais certains ayants droit s'y emploient dès lors que ces biens attentionnels sont la source de leur rente. La tentative de produire des *biens exclusifs* relève alors d'une nécessité pour maintenir une économie marchande classique en réduisant cette incertitude sur la valeur des biens immatériels

La tradition d'Internet issu de la vie académique a mis tous ces biens à disposition gratuitement, parfois temporairement mais parfois durablement dès lors que le piratage les rend encore accessibles [Bomsel, 2007]. Pour Olivier Bomsel [2010], cette prolifération des immatériels change

radicalement les formes du marché puisque les biens immatériels ne sont pas rivaux : un utilisateur supplémentaire ne diminue pas la disponibilité pour un autre, un auditeur supplémentaire d'un morceau de musique ne change rien pour les précédents, sauf lorsqu'il s'agit d'un concert avec des capacités d'accueil limitées dans la salle ou lorsqu'il est gravé sur un CD qui, lui, devient un *bien rival* puisque deux personnes ne peuvent pas le posséder à la fois. C'est pourquoi tous les ayants droit de ces secteurs multiplient les supports ou les manifestations qui permettent de rendre matériels et donc rivaux des contenus qui ne le sont pas. Moulier-Boutang qualifie ces tentatives de « nouvelles *enclosures* » pour faire référence à la disparition organisée des communs en Angleterre qui contraignit les paysans pauvres à s'enrôler dans les manufactures. Les extensions de durée du copyright et la loi Hadopi[2] [2009] en France font ainsi partie d'un mouvement général d'*enclosures* nécessairement difficiles à stabiliser car le numérique se joue des frontières de toutes sortes y compris celles de la propriété et l'innovation technique y est permanente. Et cela d'autant plus qu'avec le numérique le coût de production marginal est nul, une copie supplémentaire ne coûte rien s'il est échangé sur les réseaux, à la différence du CD où un certain coût supplémentaire est encore présent à chaque copie. Mais ces biens immatériels sont aussi difficilement *excluables*, pour des raisons techniques dès lors qu'on peut les copier, les segmenter et les recombiner à volonté, et que toutes les limitations d'accès sont faillibles (du mot de passe de l'abonné au *watermarking* des œuvres en passant par les fameux DRM – *Digital Rights Management* – qui sont supposés empêcher la duplication à volonté). Il est donc impossible d'empêcher ce phénomène classique du « passager clandestin » qui permet de bénéficier d'un bien sans en avoir acquitté les droits d'accès. Enfin, ce sont des *biens d'expérience* [Akerlof, 1970] dont la valeur ne se révèle que dans l'usage. On comprend dès lors la place centrale que peuvent tenir des plateformes d'intermédiation qui permettent de rassembler tous les biens disponibles et de favoriser les échanges par des méthodes de tri, de recommandation dans lesquelles les internautes jouent un rôle essentiel.

La nouvelle matérialité numérique (car même des 1 et des 0 sont une forme de matérialité) affecte toute la chaîne de production et de diffusion des contenus. Chris Anderson [2006] proposait de partir des contraintes de la distribution matérielle pour comprendre le phénomène de la « longue traîne ». La mutation du vrac au packaging avait généré une relation

particulière et directe entre les marques et les clients mais elle restait bloquée sur une contrainte, celle des espaces limités de stockage pour la présentation des biens. Les linéaires ne pouvaient accueillir toute la diversité des produits et la distribution, malgré l'augmentation des surfaces dans les hypermarchés, en est venue à exercer un rôle de prescripteur en sélectionnant *a priori* les produits qui réaliseront les meilleurs scores de vente et de marge. Ce retournement du pouvoir de prescription au profit des intermédiaires se reproduit désormais pour les plateformes numériques, il suppose de disposer d'une base clients si vaste que la plateforme devient un « point de passage obligé » qui rend tous les producteurs dépendants de leur présence ou non sur cette plateforme.

La distribution sans contraintes physiques

Dans le cas du numérique cependant, les plateformes disposent d'une capacité de présentation illimitée et l'on peut parler d'un effet plateforme sur le Web, dont les leaders sont les GAFAM, qui sont devenus des points de passage obligés qui dictent leur loi à leur domaine (*cf.* Amazon avec les éditeurs lors d'un conflit conduit par Hachette en 2014). Le domaine des biens culturels était particulièrement significatif pour Anderson mais le processus est le même pour tous les biens et les plateformes comme Amazon étendent leur catalogue bien au-delà des livres désormais, au point de menacer tous les autres distributeurs dans l'électro-ménager par exemple. Anderson montre ainsi que les clients sont prêts à explorer une portion plus vaste de l'offre dès lors qu'ils sont en ligne et non contraints par la distance, la foule, etc. De plus, la plateforme peut présenter des produits inaccessibles dans les magasins physiques car leur audience est trop faible. Les plateformes révèlent ainsi une longue traine des goûts. La loi de puissance s'applique aux goûts majoritaires, 20 % des biens attirent 80 % du public, et les plateformes physiques se limitent à cette offre. Mieux même, la production intègre ces contraintes et organise sa sélection en amont et son marketing pour focaliser l'attention sur une offre limitée : on appelle cela les *blockbusters* au cinéma, les *hits* en musique et les *best-sellers* en librairie mais le principe est le même puisque les campagnes de promotion deviennent démesurées (30 % du coût d'un film) pour pouvoir occuper les espaces physiques de diffusion et rentabiliser les investissements.

Ainsi focalisation de l'attention, investissement marketing et rareté des espaces de commercialisation et d'accès vont de pair. Or, dit Anderson, si le XXe siècle fut le siècle des *hits*, le XXIe siècle sera celui des niches. En effet, grâce aux plateformes numériques, les goûts les plus minoritaires peuvent avoir une visibilité, puisque le coût marginal d'exposition de ces biens est très faible. La longue traîne se révèle alors être très longue car au sein des goûts particuliers se nichent encore des sous-spécialités sans fin. De même, les fonds de catalogues, devenus inaccessibles, passés au pilon pour limiter les stocks, peuvent être proposés sous forme numérique sans coût important. La durée d'exploitation de ces biens culturels est dès lors allongée, sans focalisation sur une période brève pour capter la majeure partie du public. Chacune de ces ventes de fonds de catalogue ou de ces goûts minoritaires représente un revenu négligeable mais dès lors que toutes ces ventes singulières peuvent être agrégées, elles deviennent une source de revenus intéressante. La fin de la longue traîne a elle-même une forme de longue traîne. De plus, cette agrégation de niches permet de constituer la plateforme comme un point de passage obligé où le client est sûr de trouver ce qu'il cherche, le plus rare, le plus ancien, le plus spécialisé. De ce fait, le trafic augmente et capte même celui de tous les autres distributeurs comme on a pu le voir pour iTunes et pour Amazon.

La conséquence en est la disparition des distributeurs locaux, comme c'est le cas des disquaires et des libraires dans de nombreux pays puisque ces biens rares ne peuvent pas être mis physiquement à disposition d'un public restreint comme c'est le cas au niveau local. En 2006, Anderson évaluait le stock de livres disponibles chez Amazon à 3,7 millions, il est de 562 millions de références en janvier 2018 tous pays et surtout tous biens confondus (des livres à la plomberie !) parmi lesquels 3 millions de e-books en 2015. Netflix disposait de 55 000 DVD en 2006, de 150 000 en 2010 puis, en changeant de modèle, est passé en *streaming* à 148,86 millions d'abonnés en 2018. Napster (anciennement Rhapsody avant juin 2016) stockait 1,5 million de morceaux de musique en 2006, il en offre désormais plus de 30 millions en 2019, qu'il diffuse aussi en *streaming* et même sur Twitter aux États-Unis. Les chiffres impressionnent mais ne constituent du point de vue du stockage que des différences de nombre de serveurs, sans commune mesure avec les linéaires qu'il eût été nécessaire de déployer. La forme numérique dématérialisée a donc bien changé les conditions de la distribution et de ce fait de la production puisque des labels, des auteurs

peuvent être reconnus et avoir accès à ces grandes plateformes. Certains producteurs de contenus (musiciens, auteurs) prétendent même désormais « sortir » directement en ligne en pariant sur les réseaux sociaux qui les feront connaître[3]. Les plateformes peuvent cependant avoir des combinaisons différentes et des modèles économiques variés : ainsi Amazon doit distribuer des biens physiques et pour cela disposer d'entrepôts et de plateformes logistiques partout dans le monde (*click and mortar* et désormais drones !). La puissance financière acquise et les capacités de traitement des données client lui donnent un avantage compétitif sur tous les autres distributeurs au point de venir sur leur terrain de la distribution physique, *via* une cascade de sous-traitants, ou sous forme de magasins désormais. Mais dans le même temps, le même Amazon peut remonter dans la chaîne de valeur en encourageant l'édition en ligne puisqu'il fut un précurseur des e-books avec Kindle et en devenant éditeur pour ceux qui le souhaitent, ce qu'on aurait appelé « à compte d'auteur » auparavant. Ses propres capacités de calcul, inoccupées pendant certaines périodes de l'année, sont devenues des ressources mises à disposition des autres firmes sous forme de plateforme (à nouveau), ce qui permet à Amazon d'être un leader dans le « *cloud computing* » et même dans l'intelligence artificielle, qui reste « artificiellement artificielle » comme le dit Jeff Bezos. Il reconnaît en effet explicitement que le travail de classification est massivement réalisé par des humains tâcherons comme les appelle Casilli [2019], à travers *Mechanical Turk* ou *Foule Factory*, plateformes (encore !) d'allocations de microtâches (Human Intelligent tasks, HITS) à des travailleurs en ligne sans statut payés des dixièmes de cents parfois pour une tâche. C'est donc toute la chaîne de production qui est affectée par l'effet plateforme.

L'effet plateforme

L'expérience d'Amazon semble unique dans sa capacité d'extension à tous les domaines et à la plateformisation de tout bien et de tout service. Mais le principe mérite un examen approfondi car il devient le Graal de certaines start-up se rêvant en futures licornes, d'hommes politiques qui veulent faire un « état plateforme » (pour une étude de cas d'un exemple de développement dans cette lignée, Alauzen [2019]) et de tout dirigeant de grande entreprise qui craint de se voir « disrupté » par une plateforme si sa firme n'en devient pas une elle-même, sous la pression. Antonio Casilli

[2019] propose une généalogie de la notion de plateforme, en prolongeant la veine de Tarleton Gillespie [2010]. La plateforme désignait en fait une forme de point haut pour parler, puis par dérivation, le discours lui-même et enfin un programme politique ou une convention entre parties prenantes servant en quelque sorte de fondation. La participation collective y était présente puisqu'il s'agissait de faire convention mais elle s'est transformée en contribution active dans la version économique de la plateforme numérique. La version de l'État plateforme de Tim O'Reilly (en 2012) s'efforce d'emprunter à nouveau à cette tradition politique tout en lui appliquant les méthodes des plateformes numériques. La plateforme constitue désormais, selon A. Casilli, un nouveau mode de coordination entre parties prenantes qui ne relève ni de la hiérarchie de la firme (car les partenaires contractualisent chaque action sans dépendance apparente) ni de la flexibilité du marché, car la force de prescription de la plateforme point de passage obligé permet de formater les comportements et les offres. Les travaux sur le sujet oscillent comme souvent entre les prétendants à la révolution, produisant tous les conseils pour devenir plateforme, malgré l'impossibilité logique [Parker *et al.*, 2016] et les critiques qui voient certes les effets monopolistiques intrinsèques à tout projet de plateforme mais peinent à décrire les méthodes pour faire tenir un tel montage économique et technique [Srnicek, 2017]. L'auteur propose cependant une typologie des plateformes comportant : les plateformes d'annonceurs (Google), les plateformes industrielles (Siemens), les plateformes de produits ou de contenus (Sporify) et les plateformes allégées (Airbnb) et enfin les plateformes dans le nuage (Amazon), ce qui donne une idée de l'extension du phénomène, non limité à la stricte mise en relation pour des échanges immatériels. On peut s'étonner d'ailleurs de l'absence de plateformes de rencontres (Meetic) ou de réseau social, qui toutes pratiquent aussi le *matching* et fonctionnent finalement comme des places de marché. Patrice Flichy [2019] propose, lui, de distinguer les plateformes de marché (offres et demandes entre particuliers, type Airbnb et Blablacar) et les plateformes cadre (organisatrices du service, type Uber ou Deliveroo, qui définissent la prestation de façon détaillée et suivent à chaque instant les activités). Mais les croisements peuvent être fréquents entre les deux types, admet-il.

On peut cependant résumer les propriétés des plateformes de la façon suivante : une plateforme permet de mettre en relation des offres et des demandes et facilite l'échange de biens, de services et de références. Leur

capacité de place de marché (au sens large) repose principalement sur une technique de mise en relation (*matching*), une expertise client supérieure aux acteurs traditionnels d'un marché, expertise acquise par la connaissance de leur activité issue de la captation de leurs traces d'activité. La plateforme mobilise des ressources qu'elle ne possède pas, à savoir les biens, les services, le travail des offreurs et des demandeurs, ce qui lui permet une grande flexibilité et un potentiel de croissance nettement plus rapide qu'une firme fondée sur des immobilisations (et même des salariés en contrat à durée indéterminée peuvent être désormais considérés comme des immobilisations du point de vue des investisseurs). Cette flexibilité et ces potentiels de croissance attirent en effet les investisseurs qui misent sur l'attractivité du titre pour les autres investisseurs pour faire progresser les cours, sans tenir compte des résultats effectifs pendant parfois de très longues périodes comme pour Amazon. Les leviers financiers ainsi obtenus permettent aux plateformes d'investir sans arrêt dans leur croissance en cassant les prix pour pousser les concurrents ou les opérateurs classiques hors du marché ou encore pour les racheter. La promesse d'une plateforme est donc de devenir l'organisateur monopolistique d'un domaine, sur le mode « *winner-take-all* », voire même de sortir de son domaine pour conquérir des marchés voisins.

Comme le rappellent Parker *et al*. [2016], ce que les firmes industrielles réalisaient sous la forme d'économie d'échelle de l'offre lorsqu'elles devenaient des conglomérats (type General Electric), les plateformes l'obtiennent sous forme d'économie d'échelle de la demande, grâce aux « effets réseaux ». Les utilités d'une plateforme sont liées soit à la présence d'offres agrégées soit à celle de clients potentiels, soit à celle de contacts possibles comme sur les plateformes de réseaux sociaux. L'amorçage peut donc être très lent mais une fois que le « *tipping point* », le point de décollage est obtenu, la comparaison des utilités entre une plateforme établie et un réseau en démarrage est rapidement faite et l'attractivité se renforce encore. C'est pourquoi, comme nous le verrons plus loin, la gratuité n'est pas une simple tradition d'Internet issue du monde académique, elle est le levier pour générer des effets de réseaux puisque le coût d'entrée est nul mais la captivité certaine par la suite de même que l'attractivité pour les offres et pour les demandes. Il faut être sur Amazon pour un auteur le plus critique des plateformes, disent à la fois les auteurs, les lecteurs, les éditeurs et les libraires, car c'est le point de passage obligé par le seul effet réseau de

la demande, qui se redouble à un certain moment de l'effet réseau de l'offre. Toutes les plateformes peuvent en effet accepter de perdre de l'argent sur une face de leur offre dans la mesure où elles sont des places de marché multifaces, générant des revenus de tous côtés : les utilisateurs en premium ou *via* la publicité, les marques *via* les produits placés ou les publicités, les distributeurs ou vendeurs par des pourcentages sur les ventes ou des prestations de conseil sur leurs contenus et sur les publicités, etc. Pour que cela fonctionne, il faut sans arrêt augmenter l'effet réseau en attirant un public (de la demande) qui va elle-même contraindre les offres à venir se placer sur la même plateforme. Et pour cela, les liquidités obtenues auprès des investisseurs sont essentielles, pour faire du dumping, pour rester gratuits avant de basculer vers des offres payantes, pour acquérir des concurrents ou des services associés.

C'est ainsi que le règne du *Big Data* se constitue et finit par représenter un marché considérable pour les placements publicitaires sous diverses formes et pour le suivi de réputation des marques, des artistes, ou de toute autre entité. Anderson a toujours prétendu que cette distribution en ligne favorisait la diversité, ce qui reste fortement critiqué par les médiateurs du circuit traditionnel, comme des éditeurs et des libraires qui soulignent que les plateformes ont en même temps encore renforcé la focalisation sur les biens les plus fameux et qu'elles ont fait disparaître la diversité des guidages et orientations que réalisaient les professionnels de ces différents secteurs. Selon les secteurs, la situation peut être extrêmement différente et toute approche générale ignorant les marchés spécifiques rend très difficile toute recherche de solution dans ces controverses.

La gratuité, arme fatale des plateformes ?

Le moteur de l'attractivité de ces plateformes a cependant longtemps été la gratuité d'accès aux contenus. Bomsel [2007] étend cette particularité à tous les fournisseurs d'accès Internet qui ont eux aussi offert des tarifs de plus en plus avantageux incluant du très haut débit en sachant très bien qu'ils favorisaient ainsi le téléchargement illégal. Il considère qu'ils ont ainsi rendu leurs accès attractifs en exploitant abusivement la valeur créée par les ayants droit des contenus, notamment musique, films et vidéos. La question de la gratuité constitue une des particularités de l'économie numérique qui a été longuement étudiée et débattue et qui a contribué à remodeler

considérablement toutes les chaînes de valeur dans tous ces secteurs. Nous reprendrons en grande partie des éléments de l'analyse d'Olivier Bomsel, qui, bien que porte-parole d'une position précise dans ce débat, a permis d'entrer dans le détail des modèles économiques émergents.

Rappelons tout d'abord que la gratuité ne fut qu'une singularité d'un Internet savant, celui qui avant 1995, reliait les académiques et était à leur service sans redevance particulière. Les services de recherche, d'annuaire, l'accès aux contenus du Web mais aussi le service de mails étaient alors disponibles gratuitement et le principe semblait acquis au nom du caractère commun des biens ainsi échangés en vue de la connaissance collective. Cependant, des réseaux privés tels que Compuserve ou AOL avaient, depuis 1985, fourni des services identiques aux particuliers au prix d'un abonnement sans qu'ils soient connectés selon les mêmes protocoles. Le Minitel, lui-même, avait généré un chiffre d'affaires très conséquent pour l'opérateur de télécommunications et pour les fournisseurs de service 36.15 et autres, car il reposait sur la tarification à la durée, le mode de rémunération le plus habituel pour toutes les télécoms. Lorsqu'Internet est lancé commercialement en 1995, en perdant son appui public de la NSF, aucun modèle économique n'est disponible et personne ne voit clairement comment rémunérer des offres de service qui vont pourtant se multiplier. Le modèle adopté en majorité par les sites est celui de la presse, c'est-à-dire celui de la publicité et pour les fournisseurs d'accès celui de l'abonnement.

Les contenus apparaissent ainsi dès l'origine comme gratuits et s'inscrivent dès lors dans la prolongation de l'histoire d'Internet mais avec cette altération, supposée indolore pour l'internaute, que sont les bannières et autres liens sponsorisés. Cette habitude persiste et le consentement à payer reste plus faible que sur les services mobiles, qui s'inscrivent eux dans la tradition télécoms. Les biens disponibles sont des informations non rivales et rien ne justifierait un tel paiement pour le consommateur qui ignore aisément les coûts de production, dès lors que le modèle est celui de l'université qui met à disposition du public des connaissances produites par des chercheurs rémunérés par l'État grâce à l'impôt collecté. Lorsque ces contenus sont rendus disponibles dans des pays faiblement solvables, ils s'inscrivent dans une autre tradition, celle de la copie pirate. En effet, depuis le début de la musique enregistrée sur cassettes puis sur CD, puis avec les films et vidéo en VHS puis en DVD, toutes les firmes ont fait preuve de tolérance pour la copie massive réalisée dans ces pays, sachant que ces copies ne

décourageaient pas une consommation payante qui serait restée inexistante en raison des niveaux de vie. Mieux même, la circulation gratuite de ces copies a permis à toutes les industries culturelles de créer des attentes dans ces pays et de les formater en fonction de certains genres et de certains modèles culturels.

Mais la gratuité n'a constitué une menace qu'au moment de l'arrivée conjointe du MP3 et des plateformes de *peer-to-peer* avec Napster en 1998. Pour Bomsel, cette offre disponible gratuitement sur le réseau relève directement du piratage, quel que soit le statut technique et marchand des plateformes qui le proposent. L'affaire Megaupload (fermé en 2012) fut la plus retentissante attaque contre une plateforme qui, par ailleurs, n'avait rien à voir avec le P2P mais organisait un mode de gestion des contenus qui la dédouanait de toute responsabilité sur les sources et sur les droits. La diffusion gratuite et partagée ne favorise en rien la diversité nous dit l'auteur, car, avec le système Bit Torrent, ce sont avant tout les *blockbusters* qui sont piratés et partagés dès leur sortie. Pour Bomsel, les industries de contenu se voient contraintes de resserrer leur fenêtre d'exploitation en salles pour les films et de s'engager dans une concentration accrue, dans la musique principalement, en raison de la perte de revenus provoquée par le piratage.

Cette gratuité a favorisé l'attractivité des fournisseurs d'accès à Internet, ce qui revenait à une « subvention au déploiement des infrastructures de distribution ». Mieux même, annonçait-il en 2007, les offres gratuites préparaient en fait toujours le terrain pour une offre payante sécurisée, les plateformes en question devenant incontournables pour les ayants droit contraints de négocier des rémunérations très faibles. C'est effectivement ce qui s'est passé avec Spotify, Kazaa ou Deezer. Le gratuit ne serait donc qu'une phase transitoire d'Internet qui cherche son modèle économique. À partir du moment où les offres commerciales proposent un accès illimité à tous les catalogues, le consentement à payer augmente considérablement et réduit l'intérêt du piratage, qui suppose encore quelques efforts techniques. La musique en continu (*streaming*) qui ressemble finalement à l'écoute de la radio, les catalogues de films ou de séries télé sans limites sont désormais installés dans les habitudes et les abonnements deviennent attractifs.

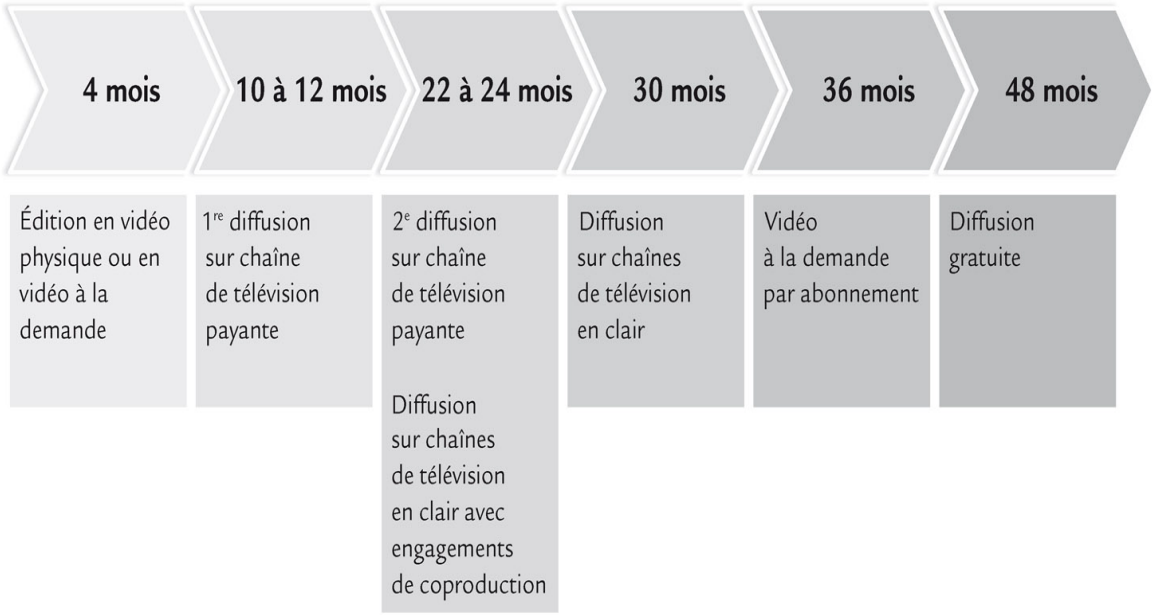
Mais il a fallu quinze ans pour réorganiser toute cette chaîne et rien ne dit qu'elle ne sera pas bouleversée par d'autres innovations. Il est cependant intéressant de noter que toutes ces offres innovantes ne sont pas nées chez les éditeurs de musique ou les producteurs de film mais chez des

intermédiateurs qui ont testé et inventé des modèles d'affaires nouveaux, avec des forfaits différenciés selon les publics. Désormais, ce sont eux qui deviennent les prescripteurs dans leur domaine, qu'ils étendent sans cesse. Au bout du compte, c'est bien une économie de l'accès qui semble se mettre en place, comme l'annonçait Jeremy Rifkin [2000], accès à des flux au détriment du paiement à l'unité dans un stock, mais sans les effets libérateurs qu'il pouvait annoncer, car cet accès est désormais monétisé et monopolisé par une ou deux plateformes par domaine.

Lorsque la tendance est aussi claire, que la musique a servi de terrain d'expérimentation et que l'on a constaté que la désintermédiation était logée au cœur même du numérique, il est d'autant plus intéressant d'observer des industries culturelles camper sur la défensive, que ce soit pour le cinéma (qui se voit attaqué non plus par les pirates mais par Netflix) ou pour le livre, secteur dans lequel Amazon tend à faire sa loi de plus en plus, en dépassant son rôle de distributeur pour produire les terminaux (le Kindle), pour offrir une plateforme d'autoédition et pour devenir éditeur lui-même. Comme l'expliquent Dacos et Mounier [2010], quand ce n'est pas Amazon, c'est Google qui numérise les fonds sans demander l'avis des ayants droit. Mais pendant ce temps, les éditeurs ne sont toujours pas parvenus à unir leurs forces pour proposer des plateformes alternatives, non seulement pour le livre numérique qui présente la particularité de circuler moins bien qu'un livre papier (notamment à cause des DRM [voir Le Béchec *et al.*, 2014, 2018]) mais pour la création en général. Les rôles des éditeurs dans tous les domaines seront inéluctablement redéfinis par la logique de l'accès propre au numérique, mais plusieurs modèles sont encore possibles, pour préserver la diversité de l'écosystème. Ainsi, pour les films, la chronologie des médias adoptée en France compose un arbitrage très subtil entre tous les acteurs de la filière pour éviter que l'un phagocyte l'autre.

Ce modèle se maintient malgré les changements techniques et malgré les campagnes de loobying permanentes. Des modèles équivalents existent notamment aux États-Unis mais de gré à gré et non garantis par la loi.

Figure 4.1 Chronologie des médias en France


4 mois
10 à 12 mois
22 à 24 mois
30 mois
36 mois
48 mois
Édition en vidéo physique ou en vidéo à la demande
1re diffusion sur chaîne de télévision payante
2e diffusion sur chaîne de télévision payante
Diffusion sur chaînes de télévision en clair avec engagements de coproduction
Diffusion sur chaînes de télévision en clair
Vidéo à la demande par abonnement
Diffusion gratuite

Source : http://vosdroits.service-public.fr/professionnels-entreprises/F23274.xhtml

Culture libre et licences nouvelles pour la créativité : au-delà du droit d'auteur

Cette position qui préserve la rente de toutes les parties prenantes est contestée par tous les tenants de ce qu'on peut appeler avec Lawrence Lessig [2004] la « culture libre ». Le modèle de la gratuité n'est cependant pas défendu en tant que tel car les acteurs qui participent ainsi au mouvement des *Creative Commons*, régime de licence inventé par Lessig, visent avant tout les abus du copyright ou des droits d'auteur. Alors que la créativité de tous les auteurs (artistes ou non) ne repose que sur une forme d'intertextualité, de citation explicite ou inconsciente des œuvres qui les ont précédés, il devient contre-productif d'augmenter sans cesse la durée de la propriété sur ces œuvres de l'esprit. Alors que ces droits n'étaient que de 14 ans à leur création et visaient clairement à permettre autant la rémunération du créateur que la prolifération de l'innovation dans un second temps, le passage à 90 ans dans les années 2000 aboutit à une sclérose généralisée de la créativité selon Lessig. Les impératifs de valorisation financière de ces compagnies propriétaires de droits sur ces biens immatériels expliquent en grande partie ces demandes abusives.

Lessig raconte ainsi comment Disney fut très active pour éviter que Mickey ne tombe dans le domaine public, malgré la copie que constituait

« *Steamboat Bill junior* », déjà évoquée. Les controverses sont actives dans tous les pays et particulièrement en France, où l'exception culturelle possède des arguments juridiques, qui se sont cependant avérés très faibles face au potentiel de circulation et de duplication offert par les réseaux numériques. Il serait fort périlleux de vouloir établir des principes généraux analogues à ceux fixés par Beaumarchais au XVIIIe siècle, alors que les modèles économiques (et les investissements nécessaires) d'un film, d'un morceau de musique, d'un livre, d'une série télé ou d'un jeu vidéo sont totalement différents. Ainsi les partisans d'une licence globale ou d'une « contribution créative » [Aigrain, 2010] admettent le paiement et la rémunération légitime des auteurs et offrent ainsi une voie de compromis qui a pu séduire. Cependant, ils ne sont pas parvenus à en convaincre les différentes parties prenantes car il est probable que chaque marché doit faire l'objet d'une invention d'un modèle spécifique, comme nous l'avons vu pour la chronologie des médias dans le cas du cinéma.

Cette proposition de la licence globale indique bien que l'état du débat s'est progressivement modifié par rapport au face-à-face caricatural des origines entre les ayants droit redresseurs de torts pour les plus petits délits de copie et les pirates sans attention au sort des créateurs et avides de stocker des masses de copies qu'ils n'auront guère le temps de consulter. La dissociation de la question de la gratuité par rapport aux règles juridiques de la propriété intellectuelle a aidé à ce déplacement. L'opposition aux abus du copyright finit par être entendue par les créateurs eux-mêmes, l'acceptabilité d'une copie privée étendue et non totalement bridée par les DRM reste inéluctable comme l'avait reconnu Steve Jobs lui-même. Il faut sans doute en attribuer les effets à un retournement de la critique, assez classique dans toutes ces évolutions technologiques. « Les gros » qu'il convenait de dénoncer étaient au début 2000 les majors des industries culturelles qui méprisaient leurs propres artistes. « Les profiteurs » qu'il convient désormais de cibler dans la critique sont les plateformes qui font désormais la loi même face à ces majors et qui, pire encore, exploitent les données personnelles pour les revendre à un marché publicitaire avide de traces.

Le débat s'est particulièrement ravivé au moment du vote du Parlement européen de mars 2019 qui a vu l'adoption de la directive « Copyright » et de son article 13 particulièrement contesté (et devenu article 17 dans la rédaction finale). Les firmes des contenus associées aux artistes et ayants droit ont ainsi réussi à exiger des plateformes qu'elles abandonnent en

Europe leur statut de simples hébergeurs, qui les exonérait de toute responsabilité sur les contenus publiés par les internautes, notamment en matière de droit d'auteur (y compris pour la presse et la reproduction de ses contenus puisque les plateformes relèvent désormais du « droit voisin », article 11). Cette responsabilité se traduira par plusieurs actions possibles en cas de non-respect des droits d'auteur : blocage de la chaîne ou du compte, suppression de la vidéo ou du *post*, blocage de la monétisation. Précisons que les plateformes non commerciales (Wikipédia) ne sont pas soumises à cette directive de même que les sociétés récentes et à faible chiffre d'affaires. Le mythe de la plateforme neutre semble s'effondrer en même que leur statut obsolète d'hébergeur, ce qui pose problème pour elles, non seulement en termes de filtrage et de modération mais aussi de revenus, car il leur faudra reverser une part de leurs revenus (en fait, dans le cas YouTube, c'est la part des reversements aux youtubeurs qui sera affectée avant tout). Mais déjà les plateformes ont leurs réponses pour ne pas perdre la main.

D'une part, elles sont les seules expertes dans l'analyse automatique des contenus, même si la version finale de l'article 13 limite le recours à ces techniques. Ainsi YouTube utilise déjà ContentID, outil de détection automatique de similarité entre contenus (et non seulement de détection de reproduction stricte), outil propriétaire, coûteux, et qui de ce fait restera sous leur contrôle. Le passage à l'échelle pour tous les contenus sera encore plus coûteux puisqu'il oblige tous les ayants droit qui veulent prétendre à la rémunération à fournir leurs originaux à YouTube pour pouvoir faire tous les calculs de similarité. L'avance technologique ainsi prise pourra très bien être utilisée pour en arriver à devenir le prestataire général de la gestion des droits d'auteur, par un ironique revers de l'histoire.

D'autre part, la revendication des ayants droit qui semble contraindre les plateformes à mieux distribuer les revenus des publications est en fait une façon de consolider encore le modèle publicitaire qui domine Internet et qui a permis la création des monopoles que l'on connaît. Comme le dit la Quadrature du Net : « D'où vient l'argent que convoitent tant les industries de la presse et de la culture ? Du marché de la publicité ciblée qu'exploitent depuis plusieurs années les GAFAM en toute illégalité, et qui est entièrement fondé sur la surveillance généralisée de nos comportements sur le Web. » Alors que dans le même temps, une bataille contre les positions dominantes abusives et l'optimisation fiscale systématique de ces plateformes est

conduite par les États et leurs agences (comme la CNIL en France), une telle façon de vouloir récupérer les miettes de la publicité entérine le modèle dominant fait de captation de l'attention et de prédation des données personnelles. De ce fait, aucun modèle alternatif pour garantir une rémunération juste des auteurs n'est mis en place.

Enfin, plus largement, un marché de la modération s'ouvre ainsi, si l'on y ajoute toute la détection des contenus « terroristes » qui font aussi l'objet d'une directive européenne. La gestion des critères de modération n'est en rien confiée à la justice ni à une instance étatique indépendante mais relève soit de l'État (pour la définition du terrorisme, qui peut être très variable) soit des plateformes elles-mêmes, dont les décisions sont parfois incohérentes, fluctuantes ou arbitraires, comme cela a été montré sur Facebook. Notons d'ailleurs que cette activité à elle seule exige un « *digital labor* » considérable, malgré les prétentions à la mise en œuvre de l'IA, puisque ce sont des centaines de milliers d'employés qui sont chargés de cette modération manuelle fastidieuse et qui échoue souvent (*cf.* la vidéo de l'attentat de Christchurch). Les droits à la citation, à la parodie, à la critique, au détournement et à la liberté d'expression sont maintenus mais nul ne sait comment ils seront appréciés à la volée par ces armées de modérateurs.

Le triomphe des plateformes qui exploitent les contenus produits gratuitement par les internautes, ou des fournisseurs d'accès Internet qui exploitent les contenus des créateurs en les laissant pirater sur leurs réseaux, et sans autre régulation, aura été sans doute de courte durée quand on voit les demandes de régulation qui pleuvent désormais. Mais ce temps aura été suffisamment long cependant pour générer des revenus énormes et pour faire apparaître des géants incontournables (les GAFAM déjà évoqués mais aussi les FAI de par le monde). Le slogan qui résume ces critiques est bien connu : « Si c'est gratuit, c'est que vous êtes le produit. » Il résume bien la défiance qui s'installe et qui plaide pour de nouveaux modèles d'affaires mais il encapsule bien aussi ce que sont ces modèles actuels dits « à double versant » (*two-sided markets*). La gratuité offerte à certains clients est prise en charge par une facturation d'autres biens à d'autres clients.

Gratuité et marché à double versant

Revenons plus en détail sur ce modèle car il reste fondateur des plateformes Internet. Jean Tirole avait présenté les premiers exemples de marché à

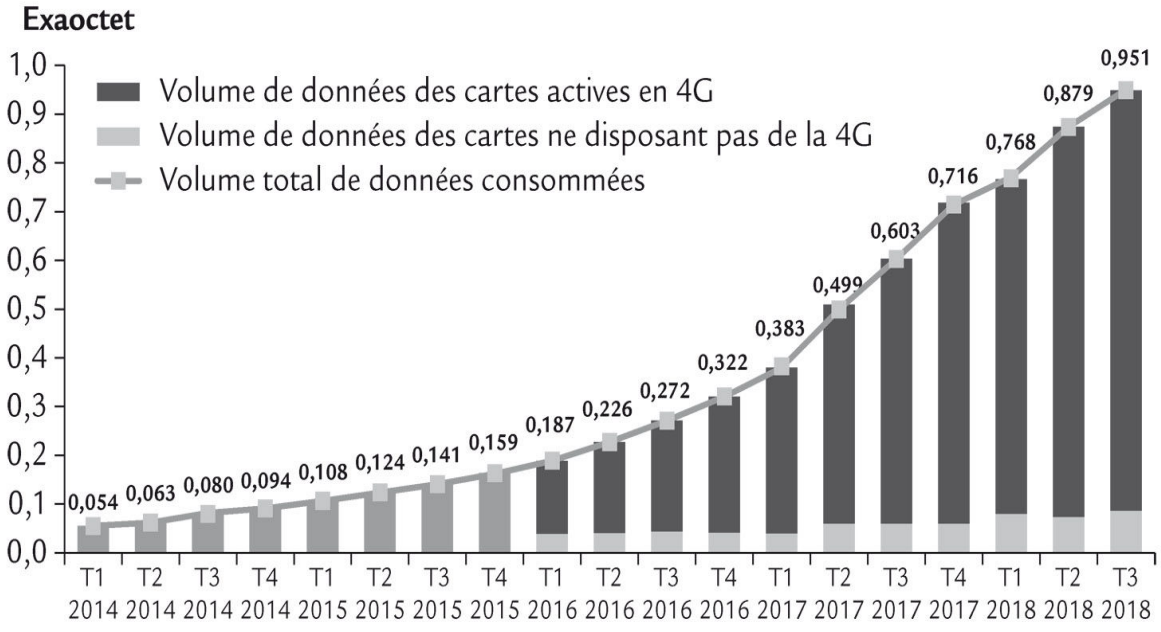
double versant à partir de l'analyse des services d'intermédiation comme les cartes de paiement et des médias vivant de la publicité [Rochet et Tirole, 2003], Bomsel en fait un historique qui ne se limite pas au secteur culturel et cela constitue un décentrement fort utile pour comprendre la permanence de ce modèle. Ainsi, il rappelle que le marché téléphonique a été organisé depuis longtemps selon un modèle à double versant. Le téléphone longue distance aux États-Unis était facturé de telle façon qu'il compensait la gratuité de la communication locale [Fischer, 1992]. L'avantage reposait sur l'ouverture de l'accès à des publics (ici les abonnés locaux) qui n'auraient pas consenti à payer leurs communications au tarif requis. Leur agrégation au sein des abonnés permet cependant d'augmenter la taille du réseau qui croît ainsi en utilité proportionnellement au carré du nombre de membres du réseau, selon la loi empirique énoncée par Metcalfe. En effet, il devient plus attractif de s'abonner lorsque plus de correspondants peuvent être joints. Dans un second temps, ces clients prennent des habitudes qui finissent par rétablir leur consentement à payer pour certains services : en offrant de nouvelles utilités (répondeur, annuaire, etc.), il est possible de monétiser les pratiques de ces clients dès lors qu'ils ont été acquis au réseau. Ce sont les appels longue distance facturés au-dessus de leur prix de revient qui ont pu subventionner ces appels locaux qui apparaissent comme gratuits.

La situation s'est retrouvée en Europe au moment du déploiement des réseaux mobiles. Le mobile est au départ un complément du téléphone fixe mais les nouveaux entrants (Bouygues en France) offrent des forfaits qui deviennent des concurrents directs du fixe à partir de 1996. Or, la possibilité d'être appelé est gratuite en Europe (et non aux États-Unis) et la messagerie est aussi gratuite de tout temps. L'utilité est donc maximale pour le récepteur, ce qui encourage à s'équiper avec un mobile pour la seule réception. Ce faisant, le réseau devient plus attractif puisqu'il a plus de correspondants. En proposant ensuite des appels à coûts limités par des forfaits, le consentement à payer est petit à petit gagné. L'Europe présente de plus l'avantage de disposer rapidement d'une « zone technologique » avec la norme GSM qui étend considérablement l'accessibilité à un marché plus large. Comment est payée la « gratuité » du mobile ? Le prix de transfert vers le mobile (les terminaisons) facturé au fixe est suffisamment élevé pour subventionner la conquête des clients mobiles et l'équipement du réseau. La rente est donc payée par les appelants et paraît acceptable. Elle évite surtout de facturer les clients du mobile appelé, ce qui les encourage à s'équiper puis

à consommer en appelant à leur tour. Le montant de ces transferts est très significatif puisqu'entre 1998 et 2002, 40 milliards d'euros du fixe ont servi à payer le déploiement du mobile en Europe de l'Ouest.

La profitabilité du réseau mobile, une fois déployé, s'est révélée dépasser toutes les attentes car le consentement à payer fut illimité pendant quelques années semble-t-il. Les SMS, aussi simples soient-ils, ont généré des marges énormes et ont assuré la puissance de frappe financière des grands groupes de télécommunications. La concurrence a cependant fini par réduire ces avantages puisque des offres illimitées se sont multipliées, pas dans tous les pays cependant. Ces offres changent énormément les usages, ainsi que des forfaits à très faible coût reposant là aussi sur un mécanisme de transfert entre clientèles. La tendance à utiliser Internet sur les mobiles est devenue ainsi de plus en plus fréquente (voir le graphique ARCEP ci-dessous).

Figure 4.2 Connectivité mobile et volume de données



Source : Données ARCEP pour la France.

Tous les marchés des plateformes numériques qui structurent désormais ce secteur sont organisés selon ce principe de marché à double versant, et parfois triple lorsque les contenus sont partie prenante du modèle. Le service et l'accès sont gratuits pour le large public et sa contribution est même sollicitée pour produire de la valeur supplémentaire, qu'on peut appeler du travail gratuit ou « *digital labor* » (des recommandations et des *likes* par exemple [Casilli, 2019], voir plus loin). Il est ensuite possible de combiner des

revenus des annonceurs pour des placements publicitaires, de la revente de données de trafic pour ces mêmes annonceurs ou pour des producteurs de contenus, ce qui revient à fournir des données de plus en plus personnelles. Enfin, lorsque la plateforme est bien établie et incontournable, les fournisseurs de contenus eux-mêmes sont mis à contribution pour avoir accès à la publication sur la plateforme, comme le font les FAI qui construisent des bouquets de contenus sélectionnés, suivant en cela le modèle des grandes enseignes de la distribution. Dans l'attente de ces cercles vertueux, la conquête des publics est essentielle et les premiers entrants ont toujours un avantage compétitif.

Cependant, ces phases consomment du capital dans l'attente de l'amorçage des revenus et l'on perçoit mieux à quel point ce secteur dépend tout entier de ses capacités à convaincre des investisseurs de parier sur un modèle qui n'a parfois guère de résultats tangibles à proposer. Les annonces et le buzz faits alors par ces candidats au statut de plateformes dans leur domaine visent donc autant les marchés financiers que le public lui-même, puisqu'il s'agit de vendre par anticipation des succès très incertains, comme on l'a vu pour la bulle Internet et pour les survalorisations fréquentes lors de l'entrée en bourse.

La connaissance des publics grâce aux traces de comportement

La capacité des plateformes à fournir un service adapté à la diversité des clients ou à leur permetttre de se coordonner toujours plus finement, par un ensemble de critères toujours plus précis, constitue l'un des arguments incontestables en faveur de l'offre des plateformes. Tout semble ainsi reposer sur leur expertise technologique dans le traitement des données, dont Google est le meilleur représentant sans doute, même si la question de la personnalisation abusive engendre la critique vis-à-vis de l'effet « bulle de filtre » [Pariser, 2011]. Mais cette adaptation au client repose sur la traçabilité de ses comportements sur une plateforme où tout est capté, enregistré, traité et analysé, ce qui n'est pas le cas (pour l'instant) des comportements en site dans un magasin par exemple. Amazon connaît non seulement les préférences des acheteurs mais aussi les habitudes de lecture de ceux qui utilisent Kindle, jusqu'au rythme de lecture, à sa fréquence, à sa variabilité selon les livres, etc. De même pour la musique sur iTunes ou sur les comportements sur les réseaux sociaux (Facebook ou LinkedIn). La

granularité de cette connaissance ne vise pas à une compréhension comme le feraient les sciences cognitives ou la sémiotique par exemple. Il s'agit seulement d'exploiter ces traces massives, pour en tester les corrélations pertinentes qui, à l'échelle agrégée, permettent de détecter des *patterns* qui vont aider à modifier l'offre, principalement du point de vue de la captation de l'attention et donc de la captivité vis-à-vis de la plateforme. Cet enjeu de l'attention, que nous avons déjà analysé, prend une importance cruciale quand le modèle économique de toutes ces plateformes repose à la fois sur la vente de biens immatériels et sur la vente de placements publicitaires. Ce dernier point est crucial et donne l'horizon de tous les calculs qui sont faits sur ces plateformes. En effet, lorsque Google fait fortune grâce à ses méthodes de placement publicitaire, il prend le temps d'éduquer les marques ou les agences qui veulent faire ces placements. Il les éduque aux enchères, comme le fait Hal Varian, le « *chief economist* » qui se dévoue pour en faire un tutoriel, en montrant la variété des critères pour gagner une enchère. Parmi ces critères, il y a la qualité de la publicité, car il veut une « expérience client » satisfaisante qui renforcera l'attachement à Google, sous-entendu à la différence des publicités insupportables que les agences produisent sans nos conseils. Google pratique de la même manière pour former les YouTubeurs en leur donnant accès à des studios vidéo dans leurs locaux. Que se passe-t-il à travers ces méthodes d'assistance aux marques, aux publicitaires et aux producteurs de contenus amateurs ? Google devient LE prescripteur des formats de contenus acceptables, valorisables et monétisables. Google, dans sa générosité, dicte la loi des contenus. Pourquoi peut-il le faire ? Au nom de sa connaissance détaillée des comportements les plus fins des utilisateurs puisqu'il récupère toutes leurs traces. Les traces permettent de détecter comment on capte au mieux l'attention, comment on peut garder au mieux un public donné sur une vidéo, sur un contenu, sur une publicité et au bout du compte sur une plateforme, celle qui capte, analyse et vend les traces. Est-ce à dire que l'on peut désormais avoir les recettes de la publication gagnante, du récit, du jeu, de la vidéo, de la série, du morceau ou du roman qui gagnera à tous les coups et qui fera saillance du point de l'attention collective ? Non, il n'existe pas de recettes. Tout au moins peut-on connaître les ingrédients et tester leurs variations, notamment en mobilisant de l'*A/B testing*, qui se contente de comparer en réalité les performances d'un élément d'interface, d'un *look and feel*, de catégories de

menus mais aussi de contenus grâce aux millions de testeurs non avertis qui vont adopter un comportement que l'on considérera comme une préférence.

La mesure des comportements numériques, que j'ai pratiquée dans les laboratoires des usages que j'ai créés en France dans les années 2000, a désormais abandonné toute prétention scientifique et se passe sans problème de laboratoire : elle se fait en plein champ. Évidemment, elle se focalise avant tout sur la capacité à conserver un client sur la plateforme et pour cela à rendre un contenu captivant. Les prescriptions sont ainsi totalement orientées par les visées commerciales de la plateforme. Lorsque nous avions créé Lutin Game Lab en 2006 à la Cité des Sciences, nous visions à expliciter l'expertise des game designers pour la rendre disponible pour la communauté des créateurs qui était partie prenante du projet. Nous avions développé avec la société Intellitech un expert artificiel à base de logique floue qui permettait au créateur de paramétrer les buts qu'il se donnait (dont la durée de captation de l'attention n'était qu'un élément, car on peut viser des plaisirs très variés dans le jeu vidéo). Un tableau de bord nourri par les experts et par le benchmarking de plusieurs jeux par des joueurs permettait de conseiller des solutions très fines mais toujours pour ouvrir des choix [Boullier et Lohard, 2010]. Il n'est donc pas impossible de mettre le calcul de comportements très fins et des savoirs faire de créateurs au service de cette création à condition de construire des dispositifs ouverts, contrôlables par les personnes concernées et offrant un pluralisme des choix.

La démarche de mesure et de captation des comportements des plateformes relève d'une tout autre visée parce qu'elle naît dans un environnement totalement formaté par la publicité, par les marques et par la domination des plateformes. C'est en cela que la prédation des traces est une ressource qu'il conviendrait de transformer totalement si l'on voulait en faire un usage de recherche ou un usage éthique. Plusieurs exemples d'études dites académiques ont pourtant accepté de se lancer dans des expériences grandeur nature notamment avec Facebook pour montrer la puissance des effets de certains messages, et cela en utilisant des méthodes de tests A/B, dans le cas des comportements politiques [Bond *et al.*, 2012] ou des émotions [Kramer *et al.*, 2014]. Chacune d'elles fit l'objet de critiques répétées quant à leur éthique mais cela n'empêcha pas le scandale Cambridge Analytica, où l'accès aux traces fut exploité à des fins commerciales et politiques pour la campagne Trump, en utilisant un modèle d'attitudes dit OCEAN pour *Openness, Consciousness, Extraversion, Agreeableness, and Neuroticism*,

détecté grâce à la passation d'un quiz sur Facebook[4]. Un procédé assez voisin avait été utilisé par la firme AggregateIQ, associée à Cambridge Analytica, pour la campagne du Brexit et avait en fait servi de test pour celle de Trump.

Le travail des tâcherons de la donnée

Les travaux d'Antonio Casilli [2019] ont contribué à démystifier radicalement les boîtes noires des algorithmes et du *Big Data* d'une façon inattendue en montrant la quantité de travail humain nécessaire sous forme de microtâches. Son ouvrage démontre l'absence de fondement du pronostic de la disparition du travail provoquée par l'automation. Il requalifie à cette occasion la notion de travail en « *digital labor* », en partie ostentatoire et en partie invisibilisé à travers un émiettement en tâches de plus en plus simples de traitement ou production de données. Son enquête permet de faire émerger un véritable continent oublié d'activités disqualifiées comme travail et pourtant entraînant rémunération et subordination sous des formes diverses. Il en distingue trois types : le travail à la demande (Uber, puis par extension tout ce travail comme la recharge nocturne des batteries de trottinette, qu'il faut chasser dans les rues au milieu de la nuit pour arriver à se faire un revenu suffisant), le microtravail (*Mechanical Turk* et tout le travail du clic proprement dit, qui permet l'*astroturfing* pour générer des *likes* et des retweets à volonté) et le travail social en réseau (le travail de publication sur Facebook, la modération bénévole sur Wikipédia, la compétition pour devenir un YouTubeur renommé). L'invisibilité du *digital labor* est à la fois sociale, conceptuelle et statistique, et l'auteur tente de quantifier au mieux un phénomène à multiples facettes, au cœur des transformations profondes du travail, qui ne se réduit plus aux oppositions classiques entre salariat et loisir ou salariat et informel. Trouver une conceptualisation claire est essentiel car cela peut avoir des conséquences sociales pour les acteurs concernés, qui peuvent déboucher sur un « *empowerment* » des citoyens, sur des actions de type syndical inédites ou sur des politiques publiques plus responsables, lorsque des marchés sont passés ou lorsque l'on vante inconsidérément l'intelligence artificielle en ignorant ses véritables conditions de production. Le bilan effectué par A. Casilli est très clair et désormais souvent documenté dans les médias : l'intelligence artificielle est « artificielle » comme le dit Jeff Bezos, au sens

où elle est fabriquée massivement par des humains invisibles que recrutent ou mobilisent les plateformes pour faire apprendre les algorithmes de *Machine Learning*. C'est ce que nous avons vu avec le principe de la « *Ground Truth* » qui sert à étalonner les algorithmes et qui ne peut être produite que par des experts humains en quantité, parfois réduits à l'état de tâcherons pouvant reconnaître les propriétés d'une image, un objet, une couleur ou un coin de l'image. Notons que cet « oubli » du travail demandé à des humains « en ligne » et « en batterie » pourrait-on dire comme pour les volailles, est partagé aussi par les laboratoires publics de recherche en IA qui sont très friands de ces ressources peu chères et corvéables à merci, et qui n'apparaîtront quasiment pas dans les publications. Les formes que prend la transformation numérique du travail, nous dit Casilli, ne sont pas tant liées à une technique particulière ou à une vision abstraite de la technique. Elles s'expliquent plutôt par leur combinaison avec ou leur encastrement, aurait dit Polanyi, dans un mouvement économique de plateformisation, qui transforme le statut des firmes du numérique, comme nous venons de le souligner.

Toutes les observations de l'ouvrage convergent aussi vers une omniprésence de la notation, de l'évaluation au niveau le plus micro de chaque tâche qui finit par produire une pression permanente sur tous les types de participants au *digital labor*, y compris les publics des plateformes. Les temps morts nécessaires pour trouver ces tâches ne sont guère comptés dans la rémunération et pourront faire l'objet d'une marchandisation de fait, comme cela a pu être montré sur Foule Factory [Barraud de Lagerie et Sigalo Santos, 2018]. Le travail de la donnée consiste souvent à évaluer selon des grilles précises, à qualifier et à disqualifier mais il est lui-même totalement pris dans cette notation permanente. Un individu, d'un pays pauvre du Sud par exemple, inscrit sur *Mechanical Turk* sera évalué et pourra gagner en réputation, au point de pouvoir constituer autour de lui des armées de petites mains encore plus déqualifiées que lui, qu'il fera travailler en pool pour gagner plus de marchés. En reliant cela à la vision d'Orléan, il serait aisé d'argumenter que la manipulation constante de toutes ces traces à travers des microtâches relève d'une économie spéculative reposant sur les jeux de réputation, toujours très instables, à l'image de la finance, mais pénètre désormais toutes les sphères de la vie sociale, dont le travail, ici le plus parcellisé.

L’innovation d’opinion

De ce fait, toute l’innovation numérique est mue par des ressorts fort différents des époques industrielles précédentes. Les études classiques d’innovation ont l’habitude de différencier les innovations de rupture et les innovations incrémentales [Alter, 2002, qui y ajoute cependant « l’innovation ordinaire »]. Il serait prudent de signaler que ces catégorisations n’ont de valeur qu’*a posteriori* car il est rare que les ruptures apparaissent aussi nettement du premier coup d’œil et nombre d’entre elles ont été des échecs commerciaux. La rupture n’est pas toujours technique mais aussi de services, comme nous l’avions évoqué pour Kodak et comme iTunes l’a démontré. Lorsque le succès est au rendez-vous, il est toujours aisé de le justifier par des propriétés intrinsèques que personne n’aurait remarquées en cas d’échec.

C’était tout le sens de la critique de Callon et Latour [1985] au modèle de la diffusion des innovations [Rogers, 1963] qui ne faisait qu’enregistrer et justifier les gagnants après coup sans être capable de saisir ces moments d’hésitation et d’incertitude, voire même de controverse, qui font basculer une innovation vers le succès ou vers l’échec. Leur modèle de la traduction possédait l’avantage d’ouvrir les possibles sans préjuger de l’avenir et de donner aux innovateurs confiance en eux à condition de savoir traduire leur produit ou service, de le réinventer et de travailler à associer tout un « réseau » pour en faire un « acteur », c’est-à-dire un projet porteur d’un pouvoir d’agir, qui transforme et rassemble des entités hétérogènes. Ce modèle dit de la « traduction » ou de l’« acteur-réseau » est d’autant plus pertinent pour décrire le process des innovations dans le numérique. En effet, le numérique possède une plasticité que les produits qui nécessitent des moules par exemple ne peuvent avoir : certains choix sont irréversibles dans la plupart des industries alors que le code, lui, semble réversible sans fin, ce qui n’est plus vrai cependant à partir d’un certain niveau de complexité. Les essais-erreurs sont alors plus aisés.

Ils le sont d’autant plus que les réseaux donnent la possibilité de mettre à disposition des versions bêta de toute application, parfois même en public lorsqu’il s’agit de logiciel libre. Cette pratique a pu même être étendue à la source des innovations par Eric Von Hippel [2005] sous le nom de « *user innovation* », utilisateurs qui sont souvent des experts d’un domaine cependant. L’innovation n’est pas limitée à ni centrée sur le producteur mais sur l’utilisateur, et cela bien au-delà du numérique mais souvent grâce à lui (communautés pour l’innovation ou la diffusion). Cette connexion directe à

un public change radicalement les modes d'association et les possibilités de révision, de traduction, de réinvention. Les procédures des ergonomes et des designers, voire du marketing, pour tester les produits, reposaient précédemment sur des populations très restreintes, non représentatives mais au moins contrôlées dans des situations quasiment expérimentales. Ces procédures existent encore mais elles sont largement concurrencées ou complétées par la diffusion de versions bêta des applications, comme si tout le numérique en réseaux devenait un laboratoire à ciel ouvert, avec participation souhaitée du public, ce que les méthodes « agiles » de développement sont supposées favoriser. Cela ne touche pas évidemment des applications stratégiques et à forte valeur ajoutée que l'on voudrait rendre profitables en les rendant confidentielles.

Mais cette facilité de lancement et de retours possède des effets pervers puisque les annonces de produits se multiplient, les innovations pullulent et encombrent les médias et ne restent souvent que des annonces qui n'ont pas été développées ou pas sérieusement testées. La pression à l'innovation, à sa mise rapide sur le marché et à la publicité massive sur chaque itération ne provient cependant pas du numérique mais bien de son couplage étroit avec le capital financier. En effet, les levées de fonds exigent des annonces qui frappent les esprits, ceux des investisseurs plus que ceux des utilisateurs : le secteur présente l'avantage, grâce à cette plasticité évoquée, de nécessiter souvent peu d'immobilisations mais de consommer beaucoup de capital (en marketing et en temps de développement) avant de générer des revenus. C'est pourquoi l'on assiste à un troisième type d'innovation, ni de rupture ni incrémentales, que l'on peut appeler les « innovations d'opinion » [Boullier, 2006]. Leur principale visée consiste à faire bouger les points de vue des investisseurs, et pour cela à créer le buzz, à faire réagir les médias et les médias sociaux, voire à attirer des premiers utilisateurs, pas encore clients cependant, puisque le principe est la gratuité. Grâce à ces effets d'annonce, des tours de table sont montés et des fonds sont levés, sans pour autant que les retours sur investissement soient sérieusement évalués, tant les liquidités sont abondantes sur ce marché des technologies numériques. La nécessité de changer les images et les perceptions est au cœur de l'économie d'opinion et l'exigence d'innovation fait partie de ces stratégies, sans que cela ne préjuge de réelles offres nouvelles, industrielles ou de services, au bout du compte.

Il est assez aisé de suivre ainsi les courbes de « *hype* » ou de fascination médiatique pour certaines technologies et les longues traversées du désert

qui peuvent suivre car les promesses sont loin d'être tenues : ce fut le cas pour la domotique dans les années 1990, ainsi que pour le « *Knowledge Management* » ou encore pour les réseaux sociaux d'entreprise. Sans oublier des plateformes plus médiatiques encore, comme Second Life qui passa de l'attraction fatale de la « *killer application* » au dénigrement complet en moins de deux ans, alors que dans les deux cas, les surestimations comme les critiques étaient abusives.

Cependant, de véritables innovations incrémentales ont changé durablement les secteurs qui les ont mises en œuvre, et des innovations de rupture ont déstabilisé toute une chaîne constituée. Apple s'est fait une spécialité de cette dernière posture et a souvent réussi son opération comme avec le Mac en 1984, l'iPod en 2000, l'iPhone tactile en 2007, qui a disqualifié tous les autres mobiles en quelques années et fixé le standard au point de faire disparaître le leader incontesté de la génération de mobiles précédents Nokia puis un autre acteur pourtant réputé et haut de gamme, Blackberry. C'est dire à quel point les positions acquises ne le sont jamais pour longtemps, comme Apple a pu l'expérimenter au début des années 1990 où la firme faillit disparaître elle-même.

De la start-up à l'entreprise ? Encore un effort !

Cette valorisation de l'innovation pour elle-même a conduit à célébrer l'esprit d'entreprise renommé « start-up » pour lui-même et à vanter même son extension possible à tout domaine ou à toute activité. Rappelons tout d'abord à quel point la figure de l'entrepreneur est bien différente chez Schumpeter [1911] des attributs que l'on associe à la start-up. Pointons ensuite les propriétés des entreprises qui vivent dans cette effervescence et des méthodes qui sont mobilisées dans ces entreprises et nous verrons les limites de leur extension (finance, opinion). Enfin, signalons les effets étonnants de cette vogue startuppiste sur l'innovation à véritable impact social et sur la recherche.

La création d'entreprise a souvent constitué le support privilégié de l'innovation dès lors que les grands groupes, en difficulté pour non seulement réorienter leurs stratégies produits ou services mais pour les expérimenter, ont préféré déléguer cette fonction soit à un écosystème constitué (les symbiotes déjà évoqués qui prennent les risques avant d'être rachetés) soit dans l'autre sens, à des *spin-off* qui permettent de donner leur

chance à des collaborateurs par trop bridés dans le cadre classique. Mais depuis la fin des années 1990, l'ouverture des possibles apparemment permis par le Web commercial a lancé une « nouvelle économie » dont les coûts d'entrée semblaient faibles et les promesses infinies. En fait, il s'agissait surtout des promesses pour les investisseurs, qui même échaudés par la bulle Internet de 2000, ont repris rapidement leur financement de start-up dans tous les domaines, de préférence selon des priorités déjà évoquées : faibles immobilisations, promesses de plateforme, désintermédiation de secteurs en difficulté, etc. Mais comme nous l'avons souligné, la priorité des levées de fonds, devenues elles-mêmes les indicateurs d'une entreprise qui réussit, indépendamment de tout client ou de produit/ service mis sur le marché, a transformé cette culture et cet esprit d'entreprise. Il est de bon ton de mobiliser Schumpeter [1990] dans toute cette logique disruptive, pour justifier grâce à sa théorie de la destruction créatrice, les attaques délibérément conduites de façon « barbare » contre les tenants de l'ancienne économie : une sélection quasi naturelle se jouerait ainsi. Il est quelque peu paradoxal de rappeler que Schumpeter prédisait l'effondrement du capitalisme, malgré ses théories sur l'innovation [pour une revue critique de ces théories de l'auteur, voir Paulré, 2016], car la tendance intrinsèque à la bureaucratie finirait par décourager les masses d'un tel modèle. Et quand il parlait des bureaucraties, il pensait tout autant aux dirigeants des entreprises qu'à l'État. Ce qui permettrait de méditer sur la dérive manageriale du monde numérique et numérisé, où les indicateurs et les reportings génèrent une bureaucratie tout aussi dépourvue de sens que celle qu'on attribuait aux États, mais avec un effet de stress général en supplément. Il est donc plus utile de revenir sur la conception de l'entrepreneur de Schumpeter, qu'il importe de mettre en rapport avec les conditions de l'innovation numérique actuelle. En effet, sa vision de l'entrepreneur serait très éloignée du leveur de fonds que l'on met en valeur. L'entrepreneur est celui qui teste des combinaisons nouvelles, combinaisons de forces et de ressources, telles que biens, process, marchés, matières premières, ou même organisation. Cet entrepreneur est donc intrinsèquement innovateur et ne peut pas être confondu avec le magnat de l'industrie, ni le capitaliste, ni l'indépendant, ni celui qui cherche le profit, dit-il explicitement. L'entrepreneur et le manager ont donc des personnalités totalement différentes, de même que l'entrepreneur et le capitaliste (qui ne risque que son capital). C'est pourquoi, s'il est vrai que l'entrepreneur a certes besoin de capital pour

tester ses nouvelles combinaisons, il doit bénéficier en premier des profits de ses entreprises, avant le capitaliste, voire même le manager. On gagnerait sans doute à mieux distinguer les profils des start-uppers qui concourent à coups de pitchs dans tous les concours pour obtenir qui les faveurs de business angels, qui celles d'un incubateur public, qui enfin celles de vrais capitaux risqueurs, voire lorsque l'affaire est déjà lancée, de fonds d'investissement. La qualité innovante des projets ainsi soumis n'est pas toujours évidente, tant l'imitation est la règle ainsi que la réplication des mots-clés parmi lesquels plateforme, intelligence artificielle et blockchain sont désormais incontournables. Michel Volle [2018] reprend cette distinction de Schumpeter pour montrer qu'elle a des conséquences sur les élites dans les entreprises mais aussi dans la haute administration. Il met en garde contre la confusion entre l'entrepreneur et le prédateur, prêt à tout pour capter son marché et notamment à faire main basse sur des données de façon illégale, mais aussi avec le mondain, le communicant qui sait exploiter son réseau relationnel et médiatique pour constituer des tours de table ou faire sa réputation sans rien comprendre ni risquer réellement dans la combinaison innovante. On voit bien à quel point les deux figures du mondain et du prédateur correspondent aisément au modèle dominant du leader dans la finance alors que l'entrepreneur reste attaché chez M. Volle à une expertise technique avant tout.

La description des devenirs des start-up qui deviennent entreprises [Grossetti, Barthe et Chauvac, 2018] montre qu'elles peuvent durer au-delà de la levée de fonds à condition de passer à un autre statut, beaucoup moins glamour, pour survivre, en acceptant notamment de se réinventer dans leur projet fondateur même. L'accès facilité au capital et notamment au capital-risque distingue certes ces start-up des créations d'entreprises classiques et un fort accent sur la technologie les caractérise, quand bien même elles fournissent des services. L'étude de terrain se limite à un échantillon d'entreprises déjà anciennes (créées avant et après 2000) et à quelques régions du Sud. Les capacités d'évolution et de redéfinition des projets pendant de nombreuses années après le lancement semblent caractériser ces entreprises qui vivent selon cinq régimes (qui peuvent se succéder) : projet, marché, crise, exploration, survie. Dans les ressources mobilisées, la crédibilité apparaît essentielle, celle de l'innovation, des innovateurs, de l'entreprise, des partenaires, car elle permet de faire levier pour d'autres ressources (banques, recrutements), en accord avec ce que propose Michel

Feher sur le temps des investis. Notons cependant que la discussion sur les finalités sociales de toutes ces entreprises et innovations reste souvent absente. Cela a conduit d'ailleurs Negroponte, ancien directeur du MIT, à regretter d'avoir tant encouragé ses étudiants à créer des start-up alors qu'ils avaient le niveau scolaire pour devenir de brillants chercheurs centrés sur des questions vitales pour l'humanité à long terme au lieu de s'exciter sur des solutions pour vendre plus rapidement des pizzas. Il est certain que les temps numériques sont désormais totalement préemptés par la toute-puissance des plateformes et la visée explicite de nombreux startuppers consiste à chercher à se faire racheter par elles plutôt qu'à les imiter, et la différence est notable avec les porteurs de projets des milieux alternatifs. Ce secteur a été appelé pendant un certain temps « wikinomics » puis finalement « économie collaborative » mais la dénomination s'est avérée tout aussi trompeuse, tout comme celle de l'économie du partage. Car la force de frappe des plateformes que nous venons de documenter leur permet sans vergogne de s'accaparer toute la culture, le savoir-faire et les réseaux issus d'approches parfois non marchandes mais en tout cas orientées plus par le bien commun que par la prédation financière.

Wikinomics : pollinisation ou prédation financière ?

Lorsqu'on observe l'effet plateforme, les innovations d'opinion et la prédation organisée sous couvert de gratuité, on peut se dire que le numérique en réseaux a engendré une mécanique d'oligopoles encore plus puissants que les traditions industrielles précédentes. Les promesses d'ouverture, de partage, de créativité et de distribution portées par la culture hacker qui était aussi à l'origine d'Internet, promesses reprises par tous les discours d'accompagnement, ont-elles résisté à la dynamique financière du secteur.

En fait, ces valeurs ont bien survécu et se portent même très bien. Mieux même, elles sont pour une part importante de toutes les innovations récentes. Mais il est vrai que le conflit reste constant et que les choix techniques et commerciaux de toute entreprise du secteur doivent s'orienter plutôt en faveur de l'une ou de l'autre. Nous avons déjà signalé cependant que la créativité de ce secteur collaboratif restait une ressource indispensable pour les grands oligopoles du domaine. Mais cette créativité est-elle condamnée à jouer les têtes chercheuses pour le plus grand bénéfice d'autres ou peut-elle déboucher sur des produits, des services et une économie soutenable ?

Des ouvrages comme *Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything* [Tapscott et Williams, 2006] et *The Wealth of Networks. How Social Production Transforms Markets and Freedom* [Benkler, 2006] ont mis l'accent sur les potentiels de cette économie collaborative et les sociologues aiment trouver dans ces expériences les promesses d'un monde meilleur. Le logiciel libre constitue le socle de toute cette approche et à lui seul, il constitue la démonstration qu'un nouveau mode de production peut être plus efficace et porteur de valeurs dans tous les sens du terme. Pour M. Doueihi [2008], utilisant une analogie religieuse, le FLOSS (Free, Libre, *open source software*) constitue une vulgate porteuse d'une orthodoxie ouverte tant les distributions peuvent être différentes, comme autant d'hérésies qui expliquent sa capacité de diffusion.

Tentons de lister les atouts réels d'un tel modèle économique. Yochai Benkler centre son ouvrage sur l'économie des médias et des médias sociaux mais son argument principal s'étend au-delà : le numérique en réseaux offre une nouvelle forme de coordination entre les acteurs. L'opposition classique entre la hiérarchie (la firme) et le marché (les prix) comme formes de coordination entre agents doit être revisitée car avec les réseaux numériques, une forme de coordination par les relations sociales s'est mise en place, sous forme de « *loose affiliation* », ni hiérarchie ni marché, mais collaboration ouverte. La propriété exclusive n'est plus la seule condition pour encourager la créativité. Les droits de propriété freinent en réalité la diffusion des idées en créant un coût plus élevé d'usage des connaissances existantes pour les innovateurs. Or l'information est abondante, d'accès aisé, à faible coût sur Internet et les processeurs pour la traiter ont vu leur prix baisser de façon constante. À tel point que les outils de production eux-mêmes sont largement distribués, soit parce qu'ils sont vendus soit parce qu'ils sont mis à disposition par des communautés de développeurs. Les pro-am [Flichy, 2010], ces amateurs qui sont des spécialistes d'un domaine, sont aussi des producteurs qui peuvent développer des applications, réaliser des vidéos sophistiquées ou des anims, offrir ou vendre des objets virtuels 3D de facture excellente, et désormais fabriquer des objets bien matériels avec leurs imprimantes 3D et partager les plans sur Internet.

La production des biens est devenue, nous l'avons dit, largement dépendante de l'information et des connaissances qui y sont incorporées, et cela bien au-delà de l'industrie des contenus. Mais désormais, tout amateur un peu instruit et tenace peut prétendre devenir producteur, et bénéficier pour cela de l'appui de communautés en réseau. Dès lors, les enjeux de capital fixe qu'on présente souvent comme indispensables aux grands projets sont ici distribués en autant de producteurs qui ont tous les moyens de production à leur disposition à faible coût. Une économie non marchande peut ainsi s'épanouir quand bien même elle suppose encore la rémunération des producteurs. Dans l'économie des biens culturels, Michel Gensollen [2006] a parlé ainsi d'« économie communautaire de la culture » constituée largement de communautés d'expérience (qui favorisent les recommandations mais aussi la production) et qui ne peuvent être réduites à la figure générale du réseau quand bien même, elles ont des propriétés spécifiques de réseaux, plus proches d'un « tableau noir » sur lequel chacun

poste sa contribution sans entrer réellement en relation. Pour Gensollen, ce modèle affecte tout autant l'organisation en marchés que l'organisation hiérarchique.

Le logiciel libre comme matrice technique et culturelle

Le logiciel libre en offre une démonstration remarquable. Loin d'être un secteur marginal pour *hackers* rebelles, le logiciel libre a pignon sur rue dans toutes les grandes applications de façon explicite, avec des licences et une commercialisation en distributions qui s'affichent comme telles, ou de façon implicite lorsque les produits vendus par de grandes entreprises sont développés massivement avec des noyaux de logiciel libre. C'est le cas pour IBM et pour Oracle, et depuis 2002, IBM réalise plus de 50 % de son chiffre d'affaires sur des produits développés en libre et a même racheté Red Hat, une des principales distributions du libre, pour 34 milliards de dollars en 2018. Le profane est souvent perplexe devant de telles annonces car il confond « libre » et « gratuit » et pense qu'une entreprise ne peut générer de revenus et de marges qu'à la condition d'exercer une propriété exclusive sur ses produits. Tous ces *a priori* sont bouleversés par l'économie collaborative.

Lorsque Richard Stallman lance la *Free Software Foundation* en 1985, il prend soin de préciser « *free like in free speech and not in free beer* », ce qui ouvre la porte à la commercialisation mais empêche la propriété exclusive du logiciel. Au MIT, il avait développé, en 1984, l'OS GNU qui se définit comme « *is Not Unix* » et qui était ouvert à la contribution de tous sous forme de licence GNU GPL (*General Public License*), ce qui contraignait les développeurs futurs à mettre leur propre production sous le même régime d'accès libre (*copyleft* ou *share* et *share alike* dans la terminologie *Creative Commons*). Lorsque Linus Torvalds crée l'OS Linux en 1991 en *open source*, il fournit un noyau de base pour tout un système qui continue à se développer autour d'une communauté nombreuse : ses principes techniques ont fait la preuve de leur fiabilité, supérieure aux systèmes propriétaires, notamment en matière de failles de sécurité, uniquement parce que la collaboration est au cœur de son mode de production. De la même façon, la BSD (*Berkeley Software Distribution*), issue d'une implementation de l'UNIX d'AT&T, s'est développée tous azimuts avec succès, en n'obligeant pas les réutilisateurs à maintenir un

système ouvert. C'est ce que les grandes entreprises évoquées ont bien compris au point d'en faire leur principe de base. Cela leur coûte un investissement en temps de leurs ingénieurs qui doivent contribuer aux développements d'une communauté donnée mais dans le même temps, ces grandes entreprises bénéficient des retours de tous les membres et cela gratuitement, ce qui équivaut à un contrôle de qualité et à des pistes d'innovation sans commune mesure avec ce que la firme ou le marché permettent.

L'organisation collaborative démultiplie la créativité et permet une innovation permanente et plus fiable car débarrassée des impératifs bureaucratiques ou financiers de court terme. Tout Internet repose désormais sur une infrastructure en *open source* : jusqu'en 2010, 70 % des sites Web tournaient sur Apache qui fait partie de la suite LAMP : Linux, pour l'OS, Apache pour les serveurs, SQL pour les bases de données et PHP ou Python ou Perl pour les langages de script. Toutes ces briques sont développées en *open source* et constamment remises à niveau à partir des retours utilisateurs mais surtout des améliorations collectives de toute la communauté. La fondation Mozilla avait ainsi réussi à prendre 30 % des parts de marché des navigateurs sur ordinateurs avec son Firefox. Mais depuis, Chrome a augmenté encore sa domination et réduit Firefox à 10 % du marché, comme l'a fait Microsoft pour les serveurs au détriment d'Apache (21,3 % des sites Web en janvier 2019 contre 32 % pour Microsoft). C'est dire que le rôle de l'*open source* n'est pas encore définitivement établi.

L'étude de ces modes de production a été effectuée dans des travaux sociologiques de plus en plus nombreux qui permettent de comprendre l'autorégulation qui les gouverne. Ainsi, Vicente [2013] sur Apache, Couture [2012] sur SPIP et Symfony, Auray sur Debian [2004] ont fourni des observations importantes : ces communautés inventent en marchant leurs modes de régulation, mais la confiance que s'attribuent les membres doit être régulièrement confirmée, vérifiée et peut faire varier les statuts et les autorisations de chaque membre. La reconnaissance des pairs, bien connue des académiques et désormais obsession du marketing sous forme de réputation, est ici au cœur même de cette division du travail auto-organisée. Une forme de hiérarchie s'installe ainsi mais de façon lâche, fortement dépendante de décisions prises au consensus. La gouvernance de ces communautés peut être extrêmement diverse depuis le « *Benevolent*

Dictator For Life » (BDFL) jusqu'aux plus décentralisées en passant par les cercles de décideurs comme un « conseil des 30 » [Fogel, 2015]. Lorsque les divergences sont trop fortes, les dissidents « *fork* » et la prolifération des solutions disponibles reflètent parfois l'histoire de ces conflits, plus ou moins à l'amiable, mais dont l'issue est toujours retardée car dans tous les cas, cette absence de consensus va provoquer un gâchis de ressources pour le futur de projets divergents (ce que certains peuvent exprimer en termes de résistances de la communauté [Viseur et Charleux, 2019]).

Ces modèles constituent l'ébauche d'alternatives organisationnelles qui favorisent la créativité et intéressent de ce point de vue toute l'industrie qui se doit de mobiliser cette force d'invention vivante comme le proposent Moulier-Boutang [2010] et Lazzarato [2002]. Ils dépendent d'une connexion en réseau permanente et d'un niveau d'expertise non vérifié par les diplômes mais par les contributions effectives. N'oublions pas cependant que cela ne génère pas de revenus permanents pour tous ces développeurs du libre. Plusieurs sources doivent donc alimenter ce développement. Une bonne partie des membres de ces communautés sont membres d'entreprises qui encouragent explicitement cette participation ou de services de recherche publics qui ont adopté ce modèle de production pour des raisons éthiques et politiques (un bien commun). D'autres prennent sur leur temps de travail et sur leur temps personnel selon leurs possibilités. D'autres enfin sont des entreprises du libre qui commercialisent des services et peuvent ainsi rémunérer des développeurs permanents sur certains projets. L'*open source* peut en effet être vendu à l'intérieur de packages de service qui offrent une personnalisation du logiciel pour une entreprise donnée. Red Hat fut l'une des premières (dès 1995) à commercialiser des services informatiques à base de Linux. Ubuntu, un OS *open source* parmi les plus répandus, fut donné à la communauté par une entreprise sud-africaine, Cannonical.

Un nouveau mode de production, de nouveaux services, de nouveaux entrants

Yochai Benkler rappelle [2006, p. 105] les conditions à réunir pour qu'un tel mode de production advienne : les machines doivent être largement répandues et disponibles, la matière première doit aussi être massivement

disponible (ici, de l'information), le réseau technique et social qui assure la coordination doit être distribué et permettre la modularité. Il ajoute plus loin ces autres conditions : les moyens de production doivent être contrôlés par les individus (la seule rareté restant désormais le temps et l'attention), la modularité des biens doit être possible avec une granularité aussi fine que possible pour permettre une distribution massive des tâches, et enfin, les acteurs doivent tous être interdépendants et gouvernés par des procédures de révision et de résolution des disputes.

Le logiciel libre semble le plus technique et le plus complexe mode d'entrée pour organiser une économie collaborative. C'est pourtant lui qui constitue encore l'étalon de toutes les autres initiatives qui se sont développées depuis et qui représente une sphère d'acteurs très hétérogènes dans des domaines très variés. L'économie du partage et de la mutualisation des ressources notamment a explosé. Les intermédiaires classiques se sont vus disqualifiés très rapidement. Ainsi Craigslist a commencé à héberger des petites annonces de tout type avec des fonctionnalités très basiques mais cela a suffi à faire perdre l'équilibre à toute l'économie de la presse américaine qui reposait largement sur les petites annonces. En Europe, Le Bon Coin réalise une opération identique au détriment de tous les journaux de petites annonces et étend son domaine de vente à tous les biens et services. Les services d'hébergement chez l'habitant, totalement gratuits comme Couchsurfing ou payants comme Airbnb ont grignoté des parts de marché d'une hôtellerie ou de logements chez l'habitant plus formalisés (gîtes, Bed and Breakfast, etc.) au point de déstabiliser l'hôtellerie puis le marché du locatif.

Cela ne va pas sans tiraillement car il apparaît que la confiance, à la base de ces systèmes d'échange, peut se trouver détruite si l'on se rend compte que des agences placent des logements en utilisant ces services ou que les particuliers qui réalisent des affaires de cette façon échappent ainsi à toute taxation en générant une concurrence déloyale. Tous ces secteurs sont en cours de réorganisation avec dans un premier temps, une menace très claire pour les anciens intermédiaires, puis ensuite un risque de captation par une plateforme unique de tout le trafic, lui permettant d'imposer ses règles à tout le marché. Une plateforme de co-voiturage comme Blablacar a mis longtemps à s'imposer avant de faire payer ses services lors des transactions financières mais certaines sont beaucoup plus pressées d'assurer une

rentabilité ou de gagner une position dominante en cassant les prix pour tuer la concurrence.

Les changements sont encore plus spectaculaires en matière de services financiers puisque des opportunités de financement de projet par le public (*crowdfunding*) existent désormais sur de nombreuses plateformes, dont Kisskissbankbank ou Anaxago en France. Il ne s'agit plus alors d'échange de services pair à pair mais d'agrégation de contributions faibles qui finissent par constituer des sources de financement très solides pour des projets. Projets culturels ou humanitaires souvent mais de plus en plus projets d'entreprises qui demandent parfois des millions d'euros en amorçage et qui les trouvent. Mieux même, le succès sur ces plateformes devient un test à grande échelle pour les capitaux risqueurs qui peuvent ainsi voir si l'idée séduit le public avant d'investir dans l'affaire.

Dans tous les cas, les plateformes qui permettent ces échanges ou ces agrégations requièrent une expertise avancée en développement informatique. Mais toute une génération apprend par la même occasion à mettre à disposition ses compétences, ses services, ses finances dans un esprit de don voire de rémunération somme toute modeste. Toutes ces situations qui mettent le numérique au centre des échanges et des transactions ont été étudiées et discutées plus techniquement sur le plan économique par Dang Nguyen et Dejean [2014] reprenant notamment les travaux de Orstrom [1990, 2007] sur les communs. Loin de ces considérations philosophiques, des études de terrain qui s'intéressent à ces activités d'échange en ligne pointent leur parenté historique avec ce qu'on appelait « la bricole » [Weber, 1989], comme le font Beauvisage *et al.* [2018]. Ils mettent en évidence ces croisements multiples des logiques de hobby ou de travail-à-côté, à partir d'entretiens et d'analyse quantitative sur trois plateformes (A Little Market, Drivy, Welkeys). Ils rejoignent en cela plutôt la vision de Patrice Flichy, qui insiste sur l'expérience des « passionnés » qui finissent par rendre lucrative leur passion. Cette approche ne peut plus dès lors entrer dans le cadre du *digital labor* qu'a établi A. Casilli, ce qui met en évidence une ligne de recherche controversée à prolonger par des travaux de terrain supplémentaires.

Uberisation ou politique du bien commun

La fin des années 2010 voit se développer une demande de régulation contre les dérives que l'on peut observer (Airbnb, Uber), parfois en raison des attitudes délibérément offensives et disruptives d'une plateforme comme Uber, parfois par effet systémique non anticipé comme pour Airbnb (l'augmentation des loyers et la rareté des locations pour les habitants quand les propriétaires préfèrent louer à des touristes à l'année voire même investissent dans ce but). L'uberisation est devenue désormais le terme qui désigne, sur le mode de la métonymie, un processus qui touche potentiellement tous les secteurs. Ce processus est *a priori* une aubaine pour certains idéologues du numérique financier qui ne voient qu'une occasion de bousculer sur le mode « disruptif » des positions établies. Il est vrai que ces offres interviennent souvent dans des contextes soit de rente abusive, soit d'offre émiettée, soit encore de non-lisibilité des services et de désorientation du client. Il existe souvent une marge importante d'amélioration de la place de marché et de la qualité de service.

Cependant, loin d'ouvrir la discussion et les choix politiques, le mode d'action de l'uberisation est avant tout la confrontation et la loi du plus fort, avec la ferme conviction qu'il n'existe pas d'autre solution, notamment en raison de la puissance de la technique de plateforme, dans une vision solutionniste des plus classiques désormais. La technologie est celle d'une place de marché avec une aide à l'orientation du client à partir d'une application somme toute assez basique. Cette désintermédiation apparente au profit d'une plateforme technique et des algorithmes promet en théorie des coûts de transaction les plus faibles. Cette particularité génère une grande attractivité pour les investisseurs car aucune immobilisation n'est annoncée, la fluidité et la réactivité sont maximales. La capacité élevée à mobiliser des capitaux peut alors être utilisée pour soutenir une croissance agressive dans plusieurs pays quitte à affronter des situations juridiques compliquées.

En effet, dans le cas d'Uber, mais aussi pour plusieurs plateformes de ce type, le travail et les services sont proposés à la limite du cadre légal du droit du travail : la précarité est étendue par une forme d'auto-entreprenariat mais les prestations sont pourtant contrôlées et évaluées par les algorithmes, comme dans le cas de *Mechanical Turk* d'Amazon, modèle de taylorisme digital qui offre des tâches parcellisées à tout internaute connecté dans le monde. Cette traçabilité donne le sentiment au client qu'il est le patron alors que Uber et les autres plateformes deviennent de plus en plus exigeantes sur

les critères à respecter et se trouveraient alors soumises au droit du travail. Plusieurs conflits sociaux en Californie, en France ou en Belgique notamment ont conduit au rétablissement du salariat dans le cas de Shyp (expédition de colis *via* des particuliers) et d'Instacart (livraison de courses par un voisin), à l'abandon pur et simple pour Homejoy (ménage) [Lasne, 2015] ou à une requalification des contrats de travail dans le cas de Deliveroo en France ou de Uber en Angleterre puisque la subordination peut être aisément démontrée par le suivi très précis du livreur et l'évaluation constante de sa performance. La logique *low cost* fondée sur la précarité du personnel indépendant doit impérativement se transformer en marge élevée. Si le salariat s'imposait à nouveau, il resterait encore la solution de la disparition des chauffeurs VTC au profit des particuliers avec Uber Pop puis la solution de l'automatisation, comme le montrent les investissements de Uber dans un laboratoire de Carnegie Mellon qui a généré une fuite des cerveaux au profit d'Uber et la mise en crise du programme NREC (*National Robotics Engeeneering Center*) qui travaille sur les véhicules autonomes.

Par ailleurs, toute cette politique des plateformes suppose toujours une optimisation fiscale extrême qui aboutit à une marge confortable qui attire les investisseurs. Ce qui n'est pas le cas d'une plateforme comme Uber qui n'hésite pas à avoir des résultats négatifs pendant des années (1,8 milliard de dollars de pertes en 2018), alors qu'elle prétend entrer en Bourse en 2019. Le rétablissement de conditions de concurrence normales, comme le paiement des cotisations sociales et de l'impôt, changerait la donne à coup sûr. Comme on le voit, le modèle ultra-libéral de certains, qui veulent faire de tous les salariés des équivalents des intermittents du spectacle [Attali, 2001] n'est pas encore gagnant mais il pénètre les esprits en associant trois fatalités supposées : l'uberisation c'est en effet à la fois la fatalité du numérique, celle de la finance et celle de la précarité, toutes tendances supposées inéluctables, sans alternatives (TINA) et donc sans possibilité de débat politique. L'étude des opinions des chauffeurs de taxi et Uber [Lejeune, 2018] montre d'ailleurs que leurs positions sont tout aussi ambivalentes vis-à-vis de cette dérégulation qu'ils doivent supporter.

Cette défaite de la politique est sans aucun doute la menace la plus grande issue de ces plateformes numériques financiarisées. Ainsi, des solutions plus coopératives, plus contributives, qui existent déjà chez les taxis à Paris [Lasne, 2015, 2018] ou à Berlin, sont totalement ignorées, ce qui

permet de résumer aisément le conflit à une bataille entre des conservateurs assis sur leurs rentes et des innovateurs vraiment au service des clients ! Retrouver le pluralisme des solutions à inventer dans un contexte de chômage et de mutations profondes (encore à venir) du travail devrait être une exigence des sciences sociales, sans qu'elles se trouvent prises dans les termes mal posés de ces débats. Mais il convient de ne pas oublier non plus que cette logique de la désintermédiation peut à nouveau jouer contre certaines plateformes elles-mêmes dont d'autres plateformes capteraient les services financiers, les données, etc. À Uber, Uber et demi pourrait-on dire, comme on l'a vu dans l'histoire de la musique numérique.

Ces dérives font l'actualité et fascinent mais la créativité des amateurs et des start-up, certes moins visible, n'a guère de limite et permettra de trouver de nouvelles niches pour valoriser à nouveau la collaboration. Certaines de ces initiatives feront sans aucun doute de belles *success stories* comme Blablacar ou Le Bon Coin. L'état d'esprit qui a présidé à leur naissance semble pouvoir se reproduire à l'infini sans s'opposer frontalement au marché ni prétendre réinventer un système économique total. Il est en effet étonnant de voir le réalisme utopique de tous ces « entrepreneurs de cause » autant que d'affaires qui portent sans aucun doute des valeurs fortes comme KissKissBankBank mais qui veillent à faire plutôt qu'à commenter, à agir par des opérations précises plutôt qu'à produire des programmes politiques. Dans cette mutation économique, se lisent sans doute d'autres formes d'engagement civique qui devraient faire partie intégrante de la vie politique et donner un signal fort aux élites dans ce domaine. Si nous avons mentionné dès le début que le numérique était un objet de « sub-politique », qui échappait aux lieux de décision démocratique en raison de la puissance des acteurs qui le pilotent, il faut aussi souligner qu'il existe une forme de « sub-politique par le bas », dès lors que des citoyens ordinaires décident de prendre en mains leur mode de production collective au nom d'un bien commun sans attendre des grands soirs, des programmes politiques, ou des mesures étatiques pour les mettre en œuvre.

Trebor Scholz [2017] a proposé le concept de « coopérativisme de plateforme » pour indiquer le détournement possible de la technologie pour viser le bien commun. En mobilisant des « *produsers* », qui peuvent être de tous statuts, il propose de fonder ces coopératives sur dix principes, à peu près totalement opposés aux plateformes barbares que l'on a connues durant les années 1990 : propriété en coopérative, salaire décent et sécurité de

l’emploi, transparence et portabilité des données, estime et reconnaissance, travail co-déterminé, cadre légal protecteur, protections et allocations transférables, protection contre l’arbitraire, rejet d’une surveillance professionnelle excessive, droit à la déconnexion. Des coopératives se sont construites sur ces mêmes principes, comme le montre Coopcycle qui fédère à l’échelle européenne tous les utilisateurs d’une même technologie de cyclologistique, très éloignée des modèles d’un Deliveroo par exemple, en conflit avec ses « prestataires quasi salariés » pendant de longs mois. Laurent Lasne [2018] a fait une histoire de ce mouvement coopératif plongeant bien avant le numérique pour montrer comment cette tradition est trop souvent oubliée face aux attaques dites « modernes » des plateformes « barbares ». Les bases d’une orientation générale vers les communs, dans le numérique notamment, ont été posées par ailleurs par Bauwens et Kostakis [2017] et inspirent de nombreuses expériences.

Le numérique dans les organisations

Ce que nous avons dit de l'économie numérique et de son caractère immatériel devrait permettre de rendre compte aisément de la plupart des changements dans les organisations, que nous avons peu abordés. Or, nous n'avons guère insisté jusqu'ici sur une autre dimension spécifique du numérique qui est pourtant si évidente qu'on l'oublie dans les débats médiatiques : le numérique est avant un tout une capacité de calcul étendue à tous les domaines, à travers la médiation des algorithmes. Elle contraint dès lors toutes les organisations qui mobilisent ces outils de calcul à *expliciter* leur fonctionnement pour le rendre traçable et calculable, pour rendre des comptes, pour devenir « *accountable* ». À ce moment, le numérique vient percuter l'une des propriétés bien connues des sociologues et des économistes des organisations, le caractère tacite de la plupart des arrangements et des formes de coordination au sein de la firme, voire entre firmes ou entre acteurs d'un marché donné.

C'est pourquoi les études de changement organisationnel centrées sur le numérique ont été souvent non pas seulement l'occasion de pointer des résistances, selon un modèle du progrès fatal souvent partagé par les chercheurs malgré tout, mais aussi de comprendre les raisons d'une inadéquation entre offre technologique et conventions partagées par les acteurs de toute l'organisation. Le numérique, par son obligation d'explicitation, a ainsi servi de révélateur des « arrangements », selon le terme de Boltanski et Thévenot [1991], qui évitaient de procéder à des accords où les principes supérieurs communs qui organisent la coopération seraient débattus.

Nous distinguerons cependant plusieurs générations dans cette introduction du numérique dans les organisations. Ulrich Beck [1992] a proposé d'appeler « première modernisation » ce mouvement général né de la révolution scientifique et technique qui a lancé toutes les sociétés occidentales vers le progrès, sans crainte des conséquences, par une forme de nécessité fatale d'adaptation à toute innovation supposée bonne par essence.

La première modernisation numérique des organisations

La première modernisation numérique des entreprises peut ainsi être décrite comme un mouvement général d'équipement en capacités de calcul pour « discipliner » la production. Nous employons à dessein ce terme foucaldien car la pénétration profonde des dispositifs de calcul numérique au sein des organisations portait en elle explicitement cet énoncé d'une rationalisation des pratiques à tous les échelons et dans tous les secteurs des entreprises. Aucune entité ne devait résister à cet impératif de productivité qui supposait *re-engineering* complet des *process* de travail si nécessaire. Le dispositif était bien matériel et énonciatif et sa puissance d'action était bien associée à une forme d'impossibilité de la discussion puisque l'informatique était toujours « le progrès ». L'équipement technique de tous les postes de travail progressivement poussait vers l'automatisation des tâches et la libération du temps pour des activités plus créatrices, tel était le discours de la première modernisation numérique commencée dans les années 1960 et surtout 1970, à l'aide des calculateurs *mainframes*, utilisés en temps partagé à partir de terminaux sans capacité de calcul local. Mais avec la micro-informatique, la formalisation des processus de travail a pu s'étendre à chaque poste, tout en donnant une autonomie plus importante aux opérateurs de ces stations de travail. La modernisation a ainsi touché alors à des processus transversaux qui devaient devenir conventionnels : les processus documentaires, les process de gestion financière étaient les premiers touchés.

Les études des changements organisationnels conduites dans les années 1980 par Philippe Bernoux [1985], par Norbert Alter [1985] ou par Sardas et Hatchuel [1990] rendaient compte des bouleversements importants des relations de pouvoir au sein des entreprises. De même, Pierre-Yves Baudot [2013] a documenté la prise de pouvoir des informaticiens dans les administrations françaises jusque dans les années 1970, avant que la micro-informatique ne change ce rapport à un corps professionnel central devenu point de passage obligé. Un modèle comme celui de Crozier et Friedberg [1977] avait mis en évidence les relations de pouvoir fondées sur quatre sources d'incertitude. Or, toutes allaient être affectées par le numérique : la maîtrise d'une compétence particulière, d'une spécialisation fonctionnelle (et l'informatique devenait incontournable progressivement), les relations avec l'environnement sous forme de marginal sécant (et la capacité à se connecter à d'autres réseaux introduisait une incertitude supplémentaire source de pouvoir), la maîtrise de la communication et des

informations (qui était au cœur même des processus informatiques), la maîtrise des règles organisationnelles générales (qui étaient toutes en cours de révision dans le process d'informatisation). Dès cette époque des années 1990, les dispositifs élémentaires mis en place étaient des *workflows* (gestion électronique des processus métier), du *Supply Chain Management* (gestion logistique [pour un bilan précis, voir Fabbe-Costes *et al*., 2018]), et des systèmes de GED (gestion électronique des documents). Les formalismes documentaires comme les formalismes métiers s'imposaient ainsi petit à petit. Ils possèdent des vertus disciplinaires dès lors qu'ils exigent d'expliciter tous les circuits de l'information et de définir les rôles, les autorisations qui sont des points clés d'un système documentaire par exemple.

Ce début de reformatage des entreprises présentait cependant le risque de constituer des isolats à partir de systèmes hétérogènes qui fonctionnaient en silos, terme souvent réutilisé pour montrer les limites d'une réorganisation de surface de la productivité de chaque service, métier, département, etc. C'est alors que les systèmes d'ERP (*Entreprise Ressources Planning*) ou « Progiciel de gestion intégrée » proposés sur le marché par des entreprises comme SAP (96 000 salariés, 27,4 milliards de dollars de CA en 2018), Sage ou Oracle (*People Soft*) commencèrent à occuper tout le marché et tout l'espace intellectuel des sciences de gestion. Comme leur nom l'indique, ces systèmes sont décidément bien porteurs d'un énoncé de la première modernisation, celle de la planification, de la maîtrise mais l'étendent à tous les domaines de l'entreprise en prétendant intégrer chacun des domaines qui tendent toujours à se replier en silos.

Revenons un instant sur ce qu'est une base de données, car elles sont au cœur même de la révolution numérique, non seulement dans les entreprises mais aussi pour le plus petit site Web utilisant un CMS (*Content Management System*) qui dissocie la publication des données sources organisées en base. La base de données est une technologie cognitive centrale comme nous l'avons indiqué, et Bowker et Star [1999] ont montré toute sa puissance dans le cas des activités scientifiques. Les bases de données les plus ordinaires peuvent reposer sur des tableurs comme Excel mais plus souvent font appel à des standards comme Access, désormais délaissé au profit d'outils du libre comme MySQL (maintenu par Sun) puis par NoSQL et, lorsqu'il s'agit de bases de données professionnelles de haut niveau, mobilisent les produits d'entreprises comme Oracle. La puissance

des bases de données ne repose pas sur le stockage des données ou sur leur effet puissant de catégorisation, même si cet effet rend durables des catégories sociales et organisationnelles en les gravant dans le silicone pourrait-on dire. Les conventions qu'on pouvait prétendre laisser parfois dans l'ambiguïté ne la supportent plus et un service, une entreprise, ou tout un secteur industriel (comme l'aéronautique par exemple) doit durcir ces catégories de façon durable pour renforcer la coordination dans un modèle rationnel disciplinaire. Mais au-delà de ces catégorisations, c'est bien la capacité de calcul et de croisement entre ces catégories qui introduit une nouvelle réflexivité dans l'entreprise. Ces bases de données sont dites relationnelles puisque des tables doivent décrire toutes les relations entre les catégories déjà évoquées et permettre ainsi de piloter des process, des calculs, des enchaînements de niveau de plus en plus élevés. Les conventions portent alors sur un langage de description des données, puis sur un langage de manipulation des données, un langage de contrôle des données et enfin sur un langage de contrôle des transactions. Les ERP peuvent prétendre ainsi décrire la totalité des relations possibles entre toutes les entités au sein d'une organisation et avec son environnement (fournisseurs, clients, administrations ou autres). Toutes les données sources sont récupérées grâce à des capteurs placés sur tous les process, qui génèrent une traçabilité généralisée. Chacun de ces indicateurs peut être rapporté à des critères de coût, de délai, de qualité, etc.

La base de données unique intégrée ainsi constituée prétend travailler avec des catégories partagées, qui facilitent donc les échanges, mais elle fournit surtout une vision globale, voire surplombante de toute l'activité d'une organisation. Le rôle des *dashboards*, ou tableaux de bord, est essentiel pour produire l'effet de surplomb et de maîtrise qui est vanté auprès de tous les managers. Quoi de plus facile que de mettre en relations (bases de données relationnelles) les indicateurs de vente, ceux de la qualité et ceux des arrêts de maladie par exemple pour chercher à expliquer certaines fluctuations de l'activité ? Rien n'empêche évidemment dans ces systèmes purement privés de descendre ensuite au niveau d'un produit, d'une pièce, d'un opérateur, etc. Le tableau de bord est ainsi une technologie cognitive clé complémentaire de la base de données et qui doit accomplir la promesse de maîtrise de cette première modernisation. Disons cependant qu'il s'agit déjà d'une « modernisation 1.5 » car une dose importante de réflexivité y est introduite, mais selon un modèle descendant et normatif. Le *reporting*

généralisé n’est pas à usage financier seulement, il devient la règle du management contemporain dans toutes les organisations et devrait contribuer à augmenter la réflexivité des organisations.

Or, les nombreuses observations conduites sur l’implantation des ERP relèvent parfois de la collection des « *horror stories* » tant les conséquences ont été dévastatrices dans de nombreuses entreprises. Les chercheurs en gestion (par exemple dans la revue *Systèmes d’Information et Management*) et notamment El Amrani et Saint-Léger [2013] ont montré que plus de 50 % des ERP avaient été abandonnés au bout de 18 mois, c’est-à-dire au moment où l’on se rend compte que l’investissement dans la conception des catégories, des bases de données, des *workflows*, n’aboutit qu’à une déstructuration complète des savoirs et des savoir-faire des salariés. En effet, le formalisme informatique ne tolère pas l’ambiguïté, puisqu’il doit pouvoir relier, calculer, *benchmarker*, etc. Comme l’ont montré Bruno et Didier [2013], le *benchmarking*, permis par ces techniques de données en masse rendues comparables, a produit une normalisation managériale terrible et souvent totalement inadaptée aux spécificités d’une organisation. Pour que ces comparaisons fonctionnent, pour que le *reporting* prenne sens, il faut faire « comme si » les indicateurs et les traces récupérées par les capteurs étaient d’indiscutables reflets d’une supposée réalité « *out there* ».

Or l’effort de formalisation demandé a supposé d’éliminer tout le tacite qui fait l’ordinaire de la communication dans les organisations [Polanyi, 1966]. Mais pire encore, il a conduit les opérateurs de terrain à abdiquer leur capacité de jugement au profit des catégories pures et abstraites des bureaux d’études ou des sociétés de conseil. Et se produit alors ce miracle de la performativité : plutôt que de rapporter des incidents, des doutes, des ambiguïtés, les responsables qui doivent rendre compte des activités des équipes saisissent les valeurs conformes pour éviter tout contrôle *a posteriori*, toute contrainte de justification d’anomalies qui font le quotidien de leur travail et qu’ils savent réparer ou compenser. Ainsi, sur des chantiers dans le BTP [Boullier, 1993], les chefs de chantier ont appris que tout rapport mentionnant une durée de pose d’une banche plus longue que celle préconisée et précalculée par le bureau d’études, débouchera sur des demandes de rapports et d’explications interminables.

Or, ils savent qu’ils peuvent ensuite rattraper ces retards sur d’autres parties du chantier. Dès lors, ils remplissent les formulaires en toute conformité pour être tranquilles et rassurer le bureau d’étude qui croit ainsi

piloter ses chantiers à la perfection. Le *reporting* transmis et mis en scène dans les *dashboards* est superbe et convaincant pour les dirigeants à condition de rentrer dans les catégories et les ratios prédéfinis. Le numérique de cette modernisation 1.5 finit par devenir en fait autoréférentiel et les algorithmes financiers ont poussé cette logique encore plus loin au point de mettre en crise toute l'économie mondiale dans une auto-intoxication, alimentée par des agences de notation supposées indépendantes.

L'explicitation est une contrainte propre au numérique qui peut devenir une ressource de management utile dès lors qu'elle oblige au débat et à la réflexivité collective. Dès lors qu'elle est utilisée pour normaliser et discipliner des entreprises entières selon les modes managériales d'une époque, elle devient pur exercice de conformité autoréférentiel. Le numérique sert parfois de justification à cette politique de *benchmarking* disciplinaire qui a considérablement détérioré le climat des entreprises et le moral des cadres en particulier. Mais il est ici utilisé politiquement pour amplifier une vision moderniste et libérale qui traque tous les coûts sans chercher à comprendre leurs justifications. C'est désormais l'organisation qui doit s'adapter aux catégories et aux modèles encapsulés dans les logiciels de gestion comme les ERP. Là est la sub-politique, là est la puissance d'agir des dispositifs. Les porteurs de ces principes finissent par y adhérer, pour des raisons de cohérence cognitive et de défense de leur position sociale, au point de se laisser intoxiquer par les systèmes de suivi et d'évaluation en croyant avoir affaire au « vrai monde ».

Quelle seconde modernisation numérique ?

Cependant, Ulrich Beck appelait de ses vœux une seconde modernisation, qui prendrait en compte les conséquences de ses décisions, qui les anticiperait et qui produirait ainsi un degré de réflexivité supplémentaire. En matière de révolution numérique dans les entreprises et dans les organisations, de nombreuses technologies pourraient aider à cette posture. Ainsi, toutes les méthodes dites de BI (*Business Intelligence*) peuvent ne pas succomber aux fantasmes des ERP et offrir à chaque échelle des dispositifs d'autocontrôle de son activité qui permettent de décider des stratégies nouvelles. Ainsi, les services de police de la route anglais possèdent dans leur unité un statisticien chargé de faire des hypothèses sur les causes d'accident à partir des rapports détaillés que ses collègues lui fournissent

[Boullier et Chevrier, 1996]. Il propose alors avec les équipes de tester des hypothèses en modifiant des panneaux, en réalisant des types de contrôle et en vérifiant ensuite les effets de leurs changements de stratégie. On notera la différence avec le système de *reporting* français puisque toutes les données sont transmises au niveau national mais ne sont jamais réutilisables par les services locaux pour décider de leur propre politique. Les outils de *Business Intelligence* peuvent se coupler à du *data mining* qui permet de suivre à la trace sur le Web ou dans des corpus donnés des évolutions de certains paramètres, dont celui de la réputation.

Avec l'essor des réseaux sociaux, le retour client semble mesurable en temps réel et devient une obsession des stratèges du marketing pour compléter leurs systèmes de CRM (*Consumer Relationship Management*) qui relèvent de la première modernisation en agrégeant toutes les données disponibles sur un consommateur et en programmant les actions à conduire pour le fidéliser. Le couplage du CRM avec l'organisation et le travail de la vente a été notamment décrit en détail à partir d'un cas, celui de France Telecom [Kessous et Mallard, 2014]. Dans cette angoisse après le lancement d'un produit, les « marketeurs » acceptent d'utiliser des outils fort mal dégrossis qui, sous prétexte de traiter des masses de données avec des méthodes qu'on appelle de *Big Data*, sans plus de précisions, répercutent des *a priori* et des stéréotypes sur des sources non qualifiées à partir de principes linguistiques très sommaires [Boullier et Lohard, 2012]. Les investissements massifs dans ces technologies finiront par produire un suivi précis des comportements individuels des consommateurs (*profiling*) qui générera des prédictions performantes, débouchant sur des offres toujours plus pertinentes. La seule mention de la « prédiction » déclenche les investissements. Il s'agit le plus souvent de mobiliser les méthodes du *Machine Learning* sur des univers connus à base de probabilités, ce qui entraîne le risque de tunnel cognitif, incapable d'anticiper des phénomènes non advenus et enregistrés dans la mémoire des bases de données ou trop atypiques par rapport à la loi normale. C'est sans doute grâce au *Machine Learning* que la culture du management sera à nouveau mise à l'épreuve et que s'orientera une seconde modernisation assez éloignée de la vision d'Ulrich Beck. En effet, si l'on prend l'exemple des bases de données qui restent le cœur même des systèmes d'information, leur évolution technologique vers du NoSQL constitue une remise en cause du statut stable et normatif de la base de données. En effet, il n'est plus nécessaire de

renseigner les valeurs de toutes les cases pour que les calculs puissent être effectués. Il est possible de calculer des approximations qui suffiront à faire fonctionner la base qui sera révisée au fur et à mesure de l'arrivée des flux de données certifiées. C'est ici que les principes de l'apprentissage pénètrent en profondeur dans cette architecture de données, en modifient le caractère conventionnel pour le transformer en valeurs probables et même en catégories probables et provisoires, et l'inscrivent désormais dans les flux des traces et des données pour une révision constante.

Parfois cependant, les capacités de *matching* de données très hétérogènes peuvent réellement engendrer de nouvelles visions du problème, cependant fort éloignées des prédictions, à l'exception des traces de bas niveau les plus répétitives. C'est du moins l'annonce qui est faite et qui masque que les méthodes de *targeting* de masse sont les seules réellement utilisées à partir de comportements sur le Web très agrégés : on se contente alors d'utiliser toutes les traces (dont les *cookies*) pour placer les publicités au bon endroit pour le bon client (d'où l'effet de suivi insistant observé lorsqu'un consommateur a eu le malheur de faire un achat sur un site de vente en ligne sans désactiver ses *cookies*). Comme on le voit, la domination des marques et des enjeux de réputation et de marketing a tendance à phagocyter toute l'innovation dans ce secteur. Notons cependant les sources de conflit qui émergent avec les consommateurs lorsque le suivi devient trop intrusif : le succès d'Adblock (40 % des utilisateurs de Firefox l'ont installé par exemple), qui permet de bloquer ce suivi et ces placements publicitaires, indique bien que le modèle d'Internet gratuit financé par la publicité n'est pas nécessairement celui de l'avenir. Malheureusement, il ne fallut que quelques années pour se rendre compte que Adblock lui-même captait les traces en question pour les revendre en fonction des accords qu'il passe avec des marques.

D'autres approches plus ambitieuses, centrées sur les ressources internes d'une organisation et largement inspirées par l'intelligence artificielle, comme le *Knowledge Management* (KM), auraient pu prétendre proposer un nouvel âge de la réflexivité. Les échecs commerciaux successifs des systèmes proposés viennent atténuer la portée de ces discours prophétiques, aussi bien pour le KM traditionnel c'est-à-dire à base d'intelligence artificielle symbolique comme pour celui qui se fond désormais dans la mode des réseaux sociaux d'entreprise pour partir du bas, pourrait-on dire. Dans les deux cas, les tentatives de modélisation des dynamiques

d'organisation, les modèles prédictifs, les dispositifs de suivi et de réactivité n'ont guère donné de résultats. Non pas faute de formalisation, prenant même en compte, les dimensions informelles ou tacites de la coordination dans les organisations réelles (le modèle en spirale de Nonaka [1995], le modèle en 5 facettes de Grundstein par exemple [Zacklad et Grundstein, 2001]). Non pas non plus par excès de normativité comme c'est le cas pour les ERP. Certaines propositions ont même reposé sur des approches centrées sur les salariés, sur leurs déclarations en espérant engager ainsi des effets d'*empowerment*, comme ce fut le cas pour les arbres de connaissance de Authier et Lévy [1992], toujours utilisés en entreprise ou encore pour les approches narratives d'Eddie Soulier [2006].

Des approches plus modestes et moins formalisées et dès lors nettement moins équipées par les outils numériques ont connu plus de succès comme celui des « communautés de pratique » d'Étienne Wenger [2002]. Dans son cas, les réseaux numériques peuvent servir à maintenir des liens apparemment faibles entre salariés qui partagent les mêmes préoccupations dans des organisations différentes (services, départements, entreprises) et qui peuvent faire circuler leurs savoirs sous forme de « tuyaux » de façon plus fiable et plus pertinente que dans le cadre de processus formalisés. Ajouter des outils sophistiqués de « *mind mapping* » ou encore de cartes heuristiques ne semble pas des plus nécessaires.

La formalisation vise dans tous les cas à réduire le tacite, qui, par définition, échappe à l'explicitation et peut (sans garantie cependant) s'avérer essentiel dans une situation donnée [Polanyi, 1966 ; Saussois, 2019]. Le travail de partage des référentiels prend beaucoup de temps, constitue un processus politique profitable s'il est admis qu'il ne débouche pas nécessairement sur l'adoption des bonnes pratiques standardisées et si au contraire il permet de faire émerger des façons de faire, des propositions partageables et profitables à tout le collectif. Le slogan qui voudrait que les organisations deviennent « apprenantes » n'est pas nécessairement réalisé par l'introduction du numérique, qui a au contraire tendance à favoriser la réduction à des procédures connues pour rendre possible le calcul et la comparaison (*benchmarking*) et donc le pilotage. Ce terme est lui-même significatif des mondes du projet [Boltanski et Chiapello, 1999] portés par le management et se combine avec la gouvernance que nous étudierons dans le prochain chapitre. Il est très difficile de ne pas adopter les termes des métiers du management qui rendent obsolètes des concepts comme l'institution ou le

gouvernement et qui réalisent ainsi leur programme de disparition du politique. Or, il n'existe aucune fatalité pour que le numérique amplifie plutôt le discours du management que le discours de l'institution comme nous allons le montrer maintenant.

Management financiarisé, institution et numérique

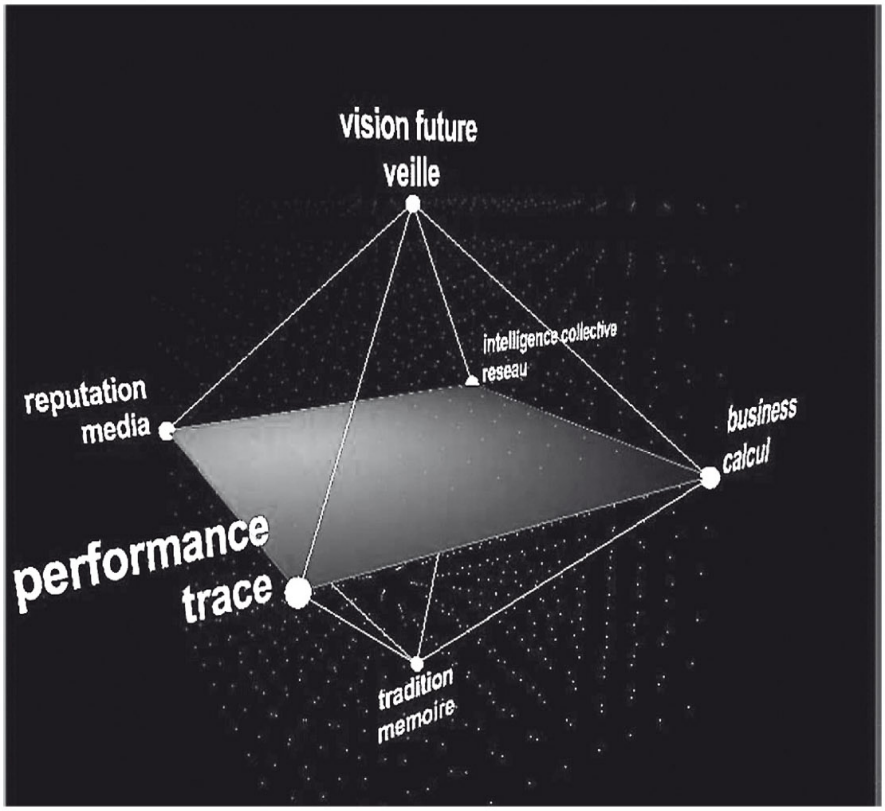
Il n'est pas aisé de distinguer ce que fait en propre le numérique dans les organisations car il est directement contemporain d'une mutation managériale qui constitue l'invention même du management dans un contexte de financiarisation de l'économie. On ne comprend pas en effet l'extension infinie des impératifs de calcul sous forme de benchmarking si l'on ne tient pas compte du fait que pour rendre visible la valeur pour l'actionnaire, il convient de lui fournir des résultats trimestriels (qui ne peuvent avoir aucun sens d'un point de vue industriel), d'organiser toutes les unités en « *business units* », plus lisibles, plus aisément cessibles à tout instant, et de ce fait concourant pour leur survie au sein même de l'entreprise contre les autres unités. L'encadrement est chargé alors d'« objectiver » ces critères de productivité qui sont en fait des critères de rentabilité financière en mettant la pression sur le personnel, sur les fournisseurs et les sous-traitants et pour cela d'entrer dans des logiques de ratios *a priori* qui normalisent toutes les activités.

Rien de tout cela n'est plus « objectif », ni « rationnel » ni « efficace » puisque des politiques d'externalisation peuvent succéder dans les dix-huit mois à des stratégies de réinternalisation sans autre justification que les affichages auprès des actionnaires, en manifestant ainsi une flexibilité et une réactivité maximales. Ce court-termisme généralisé ne serait guère possible sans la mobilisation effrénée des dispositifs de calcul numérique déjà évoqués. Mais c'est l'institution, sa longue durée, et ses enjeux plus durables qui sont alors sacrifiés.

Pierre Legendre [2007] a désigné cela comme « le nouveau féodalisme du management », montrant comment le sens de l'institution avait dégénéré dans cette lutte à court terme entre entités pourtant condamnées à s'entendre. Alain Supiot [2015] l'a prolongé avec son approche juridique du droit du travail qui débouche sur l'analyse des plateformes comme « firmes suzeraines ». Alors même que le marché requiert désormais de faire appel à d'autres dimensions que cette seule réactivité et que le numérique pourrait

amplifier d'autres aspects de l'institution. Nous proposons de décrire ces dimensions en six éléments qui correspondent à des propriétés du numérique, parfois utilisées à plein et parfois sous-estimées. Les études empiriques dans les organisations ont documenté toutes ces dimensions mais leur modélisation sous forme de « cristal institutionnel » et leur mise en relation avec ce qui constitue le numérique en réseaux nous paraît ajouter une nouvelle intelligibilité.

Figure 4.3 Le cristal institutionnel



Source : Dominique Boullier.

Ce que sait faire le management, en tant qu'idéologie et méthode d'organisation contemporaine directement associée à la financiarisation de l'économie, c'est avant tout exploiter les deux dimensions du numérique que sont le *calcul* et la *traçabilité*. Dans le premier cas, il peut ainsi évaluer les résultats en termes financiers immédiats, dans une approche « business » qui reste essentielle, mais il peut aussi étalonner toutes les activités pour comparer leur efficacité, pour améliorer leur performance et leur productivité. Le calcul et les traces sont des propriétés intrinsèques du numérique puisque l'algorithme lui-même en est directement issu et l'on voit

bien ainsi comment l'amplification de certaines dimensions de l'institution peut être aisément favorisée.

Mais d'autres dimensions ont toujours constitué une institution :

– La *tradition*, qui oblige à savoir d'où l'on vient, ce que l'on hérite, et qui représente un ciment social important pour faire de la différence par rapport à d'autres entités. Le management est profondément inculte quant à la valeur de la tradition puisque son credo repose plutôt sur un modèle de table rase, qui permet de s'adapter aux exigences de la compétition contemporaine. C'est pourquoi les compétences et les savoir-faire des salariés, cadres comme ouvriers ou employés, sont souvent sous-estimés et achetés avant tout au meilleur prix dans le monde entier. Or, la tradition peut être une ressource et dans tous les cas, ne peut être ignorée car elle pèse dans les choix et les possibles. Le numérique comporte une dimension « mémoire » qui est constitutive de l'architecture des ordinateurs telle que l'avait définie Von Neuman. Elle peut être réduite à une pure dimension de stockage technique mais elle peut aussi venir à l'appui d'une capacité d'histoire propre à toute institution qui lui permet de récapituler son passé pour se réinventer sans cesse, comme l'a proposé Gagnepain [1994] pour définir la compétence humaine d'histoire. La valorisation du patrimoine, les sagas familiales, les *success stories* font partie des ressorts des entreprises à succès comme Apple et le numérique peut aider à constituer, à réinterpréter et à mettre en scène cette mémoire qui devient histoire.

– La *vision*. Le court-termisme du management ne se soucie guère de vision et préfère la réactivité et l'adaptation aux humeurs du marché. Pourtant, du point de vue même de l'actionnaire, il convient d'être encore capable de raconter une histoire, aussi factice soit-elle ou limitée aux moments de levée de fonds. Pourtant, la vision est le pendant direct de la tradition puisqu'elle oblige une institution à se projeter dans l'avenir, en prétendant s'inventer au cœur même d'une incertitude grandissante. Il est aisé de faire la distinction entre les institutions qui sont dirigées par des visionnaires et les autres et de mesurer les effets sur la mobilisation des personnels, quitte à reconnaître des erreurs par la suite. Du point de vue même de la compétition, on ne peut qu'être étonné du pur cynisme qui sert de bagage au discours managérial alors que la différence apportée par une vision pourrait être décisive. Or, là

aussi, le numérique possède des ressources de premier ordre. La *veille* constitue une des activités les plus amplifiées par le numérique en réseaux, tant l'information est désormais accessible en permanence. Cela suppose d'installer les bons capteurs de signaux faibles et de savoir analyser cette masse de données disponible mais le numérique peut aisément être exploité pour assister cette capacité de vision qui fait l'institution.

Deux autres dimensions ont commencé à faire leur apparition mais l'une d'elles reste sous-exploitée :

– La *réputation* est devenue désormais un souci permanent du management dans la mesure où l'économie d'opinion vit des images réciproques suscitées par les messages des agents économiques divers dans une quête sans fin de crédit auprès des investisseurs [Feher, 2017]. Le numérique en réseaux est aussi un média, il amplifie les ressources classiques des *mass media*, mais il offre aussi de nouveaux supports comme sur les réseaux sociaux. L'expression généralisée des clients, des acteurs de tous ordres, peut influer sur la réputation d'une firme, d'une marque, d'une institution de façon durable et il serait très risqué de la sous-estimer. Cette fonction n'est pas nouvelle pour l'institution et l'on pourrait avec Legendre la dénommer « fonction dogmatique », celle qui fait croire et qui stabilise l'univers des croyances. Toutes les institutions et non seulement les religions, ont toujours été soucieuses des degrés d'adhésion de leurs fidèles. Désormais, dans un régime d'affiliation plus intermittent, il est indispensable de mesurer et de mobiliser cette adhésion que l'on nomme réputation. Les médias numériques sont à la fois les outils de cette mesure de la réputation et leur meilleur vecteur de propagation, dans un cercle performatif impossible à dénouer.

– Mais il existe un potentiel du numérique qui reste dramatiquement sous-exploité, sa dimension de réseau qui devrait générer de l'*intelligence collective*. Cela peut paraître contre-intuitif mais l'activité interne d'une institution ne mobilise les réseaux le plus souvent que dans des activités de contrôle, de transmission asymétrique ou de coordination très opérationnelle. Or, la coopération et l'intelligence collective (d'un point de vue plus local et plus opérationnel que la vision de Pierre Lévy [1997]) sont devenues pourtant des conditions de l'innovation et aussi de l'adhésion à un processus institutionnel. Des

> communautés entières comme celles du logiciel libre fonctionnent en revanche sur ces principes de l'intelligence collective et démontrent chaque jour leur fécondité, tant pour la créativité que pour la fiabilité. Pour l'institution soucieuse de valoriser l'intelligence collective, les réseaux numériques sont des ressources bien plus puissantes que ne le laissent croire les usages actuels. Les travaux sur les réseaux sociaux d'entreprise sont très rares, pour une raison première qui est l'échec de la plupart des installations de ces réseaux mais aussi parce que la communication d'entreprise n'a guère de sens en dehors d'une composition médiatique qui fait usage de plusieurs canaux à la fois [Mésangeau et Poveda, 2013].

Il serait même possible de définir trois âges du numérique dans les organisations qui combinent les axes du cristal institutionnel. L'âge de l'informatisation, comme on l'appelait dans les organisations dans les années 1980 et 1990, reposait sur les dimensions de la performance et du business, des traces et du calcul, avec les tout premiers systèmes d'information. L'âge de la communication prit son élan dans les années 2000 avec les sites Web commerciaux et surtout avec tous les réseaux sociaux, à la fois médias et réseaux, qui ont mobilisé la réputation et de façon beaucoup plus faible l'intelligence collective. Les soucis de la mémoire et de la veille, propriétés du numérique sous exploitées sur le plan organisationnel étaient pourtant indispensables pour faire vivre la tradition et pour générer une vision. Or, ce qui advient depuis 2012, la révolution dans la révolution, c'est la puissance de calcul du *Machine Learning* et du *Big Data* qui nous fait entrer dans l'âge de la décision. Désormais, les décisions les plus automatisables seront aisément prises en charge par des IA que l'on dit faibles, et cela peut concerner un grand nombre de tâches apparemment expertes comme l'interprétation en série de clichés radiologiques ou la reprise de la jurisprudence. Mais toutes les composantes de décisions plus sophistiquées, multivariées et incertaines peuvent prétendre être assistées dans un premier temps par des IA plus fortes sans pour autant que cela se traduise par de la substitution. Le couplage avec le design organisationnel, avec les propriétés de la décision qui font appel à des valeurs, à des enjeux sociopolitiques etc, reste une promesse souvent fallacieuse qui de toute façon méritera débat et contrôle social et politique. Notamment parce qu'il reste vital de réintroduire la diversité des points de vue sur le monde en matière de décisions et qu'il sera donc nécessaire de prévoir des IA

partisanes, c’est-à-dire orientées par un métier, par des valeurs pour qu’elles renforcent le contradictoire dans les organisations, qui seul peut sauver l’esprit collectif. Or, les promesses des vendeurs d’IA font miroiter le plus souvent la disparition du contradictoire remplacé par une probabilisation du monde, par une équivalence des futurs aussi peu désirables soient-ils et par une vision unique des possibles, par cet effet rhétorique d’une « science des données » qui rendrait ses prédictions indiscutables.

L’insistance sur certaines dimensions du numérique (le calcul et les traces) ou désormais sur le caractère prescriptif des prédictions du *Machine Learning* n’est en rien un effet propre du numérique mais bien un choix socio-politique directement associé à un modèle de développement économique financiarisé. Pourtant d’autres dimensions sont disponibles et mises en œuvre dans les entreprises et les organisations et permettent de faire tenir leur statut d’institution qui garantit sa place à chacun, qui rend vivable la coordination des différences, qui « institue la vie » [Legendre, 1999]. Lorsque le management n’exploite que certaines dimensions du numérique, il amplifie ainsi la destruction du sens des institutions, il accélère la fin des loyautés et génère la guerre de tous contre tous, qui constitue désormais le climat d’un grand nombre d’entreprises avec les dégâts sociaux et psychologiques que l’on connaît. Et prétendre que cette ingouvernabilité engendrée par la financiarisation peut seulement être « solutionnée » par plus de technologie, en l’occurrence par des IA indiscutables, constitue la manœuvre suprême d’enfermement logique et politique. Pourtant, le secteur des entreprises numériques proprement dites est si varié qu’il peut proposer des exemples d’exploitation différente de toutes ces dimensions. Là encore, plusieurs politiques du numérique sont possibles et leurs conséquences sont importantes.

Mais alors, où et comment se font ces arbitrages, ces décisions politiques sur ces politiques du numérique ? Les institutions politiques sont aussi un des espaces où des mutations importantes sont en cours et qui manifestent le pluralisme des solutions possibles.

1. Lanham (2006) part de l'art contemporain comme modèle d'économie de l'attention, ce qui peut être une inspiration utile mais n'oriente pas du tout l'auteur vers le numérique.
2. Haute Autorité pour la diffusion des œuvres et la protection des droits sur Internet.
3. Nous reviendrons sur cet aspect dans le chapitre 6.
4. Pour une chronologie détaillée de ces scandales, voir le site Tech Republic : https://www.techrepublic.com/article/facebook-data-privacy-scandal-a-cheat-sheet/

Chapitre 5

Sociologie politique du numérique

Les premières explorations que nous avons faites dans les mondes du numérique ont à chaque fois fait apparaître ce doute sur le contrôle politique d'une telle architecture. Si nous avons parlé avec U. Beck de subpolitique, il ne faudrait pas oublier que l'espace politique lui-même est affecté par cette technologie pervasive et qu'il tente régulièrement de reprendre la main face aux géants du secteur et à la dynamique d'innovation permanente qui déstabilise toutes les régulations. Les travaux de recherche sont nombreux sur ces thèmes sensibles et porteurs de toutes les utopies ou de tous les catastrophismes. C'est pourquoi nous partirons le plus souvent d'éléments empiriques étudiés par les sciences sociales et des domaines les plus opérationnels pour observer les différentes dimensions de la sphère politique associée désormais étroitement à son équipement numérique. L'administration constitue le domaine le plus proche des organisations que nous avons examinées mais dans la mesure où elle touche à des domaines essentiels dans la constitution même du cadre juridique, ses choix techniques de numérisation deviennent enjeux politiques majeurs, comme dans l'état-civil, le cadastre ou les procédures réglementaires. La question même des territoires, qui est constitutive de l'État, demande à être revisitée dès lors que d'autres espaces non administrés sont couplés aux espaces de contrôle traditionnel. Enfin, la ville est l'espace qui agrège toutes les fonctions et dont la gestion se transforme en profondeur en adoptant des politiques numériques qui restent plurielles.

Dans un deuxième temps, nous verrons que la démocratie elle-même voit certains de ses aspects amplifiés par le numérique, selon les choix faits et selon les acteurs concernés. L'espace public est étendu sur des réseaux bien au-delà des médias profondément déstabilisés, où les règles de publication ne sont plus aussi convenues, où l'opinion semble se propager selon d'autres lois que celles connues des sciences politiques. Cela débouche aussi sur des formes d'amplification de mouvements sociaux qui semblent

appuyés sur ces connexions numériques alors que dans le même temps, les dictatures veillent à mettre en place tous les dispositifs, numériques aussi, pour étouffer ces possibles. Gouverner dans un tel environnement suppose de mobiliser des ressources et une attention d'un nouveau type.

Enfin, la question même de la capacité de gouverner est posée lorsqu'il s'agit de choisir les architectures techniques. On parle cependant plutôt de gouvernance tant le système technique et juridique est complexe et dépasse les cadres légaux nationaux. Mais l'examen de ces procédures de gouvernance d'Internet et du numérique en général montrera à quel point s'invente ici un autre monde de régulation incertaine. Son résultat majeur est actuellement de rendre quasiment incontrôlables les choix d'architecture qui affectent la vie quotidienne comme les fondements juridiques des sociétés. Les droits de propriété intellectuelle et les données personnelles constituent un champ de bataille permanent qui peine à produire de nouveaux cadres juridiques qui devraient avoir une portée internationale analogue à la *lex mercatoria* qui régulait les océans. Une chose est certaine : la tendance à dépolitiser les choix techniques numériques fait advenir des mondes que personne ne contrôle et que personne n'a réellement voulu, au nom d'une loi suprême de l'innovation qui ne bénéficie pas pourtant de façon identique à tous les acteurs ni à tous les citoyens. Ce que l'on appelle désormais la « gouvernementalité algorithmique » [Rouvroy et Berns, 2013], qui dépolitise par effet de trop-plein des données et des traces et qui multiplie les solutions, les moyens, avant de justifier des fins. Les recherches conduites sur toutes ces questions sont ainsi souvent sommées de proposer des solutions alors même que nous manquons parfois des cadres de compréhension de ce qui nous arrive, de ce monde commun qui se construit à l'insu de notre plein gré.

Administration numérique

Les États et leurs administrations n'ont cessé depuis les années 1990 de promouvoir une mutation numérique pour leurs propres activités. Pour la plupart, elle est restée invisible pour le grand public car elle relève de l'adaptation rencontrée dans toutes les organisations. Ainsi, les tendances que nous avons notées quant au pilotage par la mesure de plus en plus fine, par le reporting, par le benchmarking, par les ERP et les tableaux de bord de toutes sortes se retrouvent entièrement dans les administrations publiques [Bruno et Didier, 2013].

Certains ont perçu cela comme un indicateur de la modernisation nécessaire, voire de la lutte contre la bureaucratie et la lourdeur abusive des États. D'autres ont souligné que l'importation de modèles managériaux directement liés à l'économie financiarisée avait tendance à se faire subrepticement sous couvert de nécessité technique d'informatisation.

Et tous étaient touchés

Tous les secteurs ont été touchés et étudiés et nous ne pourrons pas en faire ici le tour : des études de suivi ont été commandées et des observations empiriques intéressantes sont ainsi disponibles sur chacun de ces champs d'activité de l'État et des services publics. Il serait aisé de les rassembler dans un cadre théorique constitué, celui de la sociologie de l'action publique [Lascoumes et Le Galès, 2007] et plus précisément du gouvernement par les instruments [Le Galès et Lascoumes, 2005]. « Un instrument d'action publique constitue un dispositif à la fois technique et social qui organise des rapports sociaux spécifiques entre la puissance publique et ses destinataires en fonction des représentations et des significations dont il est porteur. » Tout ce qui permet de matérialiser et d'opérationnaliser l'action gouvernementale constitue un instrument (techniques, moyens, dispositifs). Chaque domaine d'intervention de l'État possède ses spécificités et ses innovations numériques propres, mais nous verrons que le mouvement de digitalisation de l'administration repose en fait sur des principes et des techniques voisins qui constituent un véritable dispositif au sens foucaldien, à la fois matérialité

et énoncé, et que l'énoncé transversal est bien celui du nouvel ordre libéral autoritaire, à la fois marchandisé et surveillé mais à une granularité et à une vitesse inédites, comme plusieurs auteurs vont le souligner.

Ainsi la **justice**, ses procédures aussi bien que son administration matérielle, ont-elles été transformées, non sans soulever des questions essentielles dans des situations qui méritent une constante reprise du droit sur lui-même : là aussi, le numérique doit tout autant équiper la reprise de la tradition juridique que les performances de gestion des services. Cette numérisation des services et des procédures relève finalement souvent d'une sociologie des organisations classiques pourrait-on penser et les travaux ne sont d'ailleurs pas si nombreux à suivre ces transformations. En revanche, la mutation considérable qui est en cours avec cet âge de la décision que nous avons proposé pour marquer l'entrée en force du *Machine Learning* (que l'on appelle intelligence artificielle par simplification), a fait l'objet de travaux qui visent la refondation juridique qui est en cause [Garapon et Lassègue, 2018]. Les auteurs portent le débat au niveau de l'anthropologie de l'écriture en mobilisant des auteurs que nous avons déjà cités (Goody, Herrenschmidt), mais ils insistent sur le rôle historique de l'écriture alphabétique par ses effets de lisibilité générale. Par comparaison, selon eux, l'informatique tend à déposséder le citoyen ordinaire de sa compétence de lecture puisque des algorithmes pourraient en venir à intervenir dans les décisions sans que l'on soit capable de rendre compte de leurs procédures. Leur inquiétude vise avant tout les discours de promesses de l'IA plus que la réalité des services qu'elle fournit déjà en 2019, mais l'interrogation est stimulante. La prétention scientifique de l'IA, sa prétention à la mémoire absolue, à la prédiction de jugements en fonction des décisions précédentes des juges ou selon les cas, et si l'on y ajoute la blockchain, la prétention à l'infalsiabilité totale créent un contexte de substitution du garant qu'est le droit, désormais remplaçable par une justice prédictive, dont les firmes de la « *legal tech* » ont commencé à fournir des exemples. Lorsqu'il s'agit de comparer, classer, et de traiter ainsi la jurisprudence, on peut s'alarmer de la disparition soit des métiers soit des fonctions dans le travail juridique, mais on en reste encore à une augmentation de la performance des experts que sont toutes les professions juridiques dans la chaîne procédurale. Mais cette « disruption » annoncée et facilitée par l'opacité et la lenteur des procédures du point de vue du public peut aller jusqu'à produire un nouveau référent de susbtitution à toute activité contractuelle nécessitant de la confiance ou un arbitrage. Les

auteurs se situent ainsi dans la lignée des travaux d'Antoinette Rouvroy et Thomas Berns [2013] sur la gouvernementalité algorithmique. Le tableau systématique de Garapon et Lassègue, comparant l'ordre juridique territorialisé et les systèmes post-juridiques globaux [p. 201-203], révèle des perspectives éclairantes et inquiétantes. Les incitations à la conciliation, la préférence pour des solutions et non plus pour des décisions et l'importance de la confidentialité, au contraire de la publicité qui constitue le droit, sont en fait déjà mis en œuvre par les entreprises dès qu'elles le peuvent. Mais leur extension semble en effet programmée sous l'emprise de la toute-puissance financière qui affaiblit toutes les régulations (ce que les auteurs mentionnent peu cependant). Dès lors, le couplage de cette dérive libérale et de la toute-puissance de l'IA devient un enjeu anthropologique majeur que les auteurs explorent en profondeur, sur le plan conceptuel comme sur le plan empirique des procédures et de la justice en train de se faire dans un tribunal. Sur ce plan, l'expérience empirique et de recherche du laboratoire de cyberjustice de Montréal est intéressante puisque depuis 1996, il est possible d'analyser en détail ce que fait la distance aux audiences [pour une histoire de cette expérience, voir Benyekhlef, 2016] et plus largement comment l'accès à la justice est facilité par le numérique [Benyekhlef *et al*., 2016]. Licoppe et Dumoulin [2007] avaient aussi étudié cette situation de tribunal à distance. Karim Benyekhlef a depuis étendu son analyse aux enjeux de l'intelligence artificielle dans un souci anthopologique et institutionnel assez proche de celui de Garapon et Lassègue [Benyekhlef et Zhu, 2018].

La sécurité intérieure, la police et **toutes ses activités** n'ont plus rien à voir avec les stéréotypes des années 1970 car les compétences informatiques sont présentes partout, dans les transmissions, les bases de données, la police scientifique ou le renseignement. Un bilan complet des avancées en matière de police scientifique [Ribaux, 2014] permet de comprendre la mutation introduite par le numérique dans toutes ces procédures et ces professions où la culture de la trace était déjà omniprésente. La nouvelle gestion des traces repose sur la croissance des quantités d'information (et notamment par leurs croisements internationaux) et sur la multiplication des processus de détection (dont les banques de données de profils ADN sont les plus connues et performantes). La « logique indiciaire », ici pratiquée au quotidien est somme toute peu éloignée de celle des historiens, pensée par Ginzburg notamment [1989]. Mais une fois la trace équipée par le numérique, ses bases de données lui procurent une profondeur de mémoire qui peut

inquiéter le citoyen, de même que ses réseaux qui mettent tout en relation. Si l'on y ajoute le *Machine Learning* et les objets connectés, la culture scientifique de la trace peut devenir parfois la seule fondation à la recherche de la vérité, au détriment du témoignage, toujours critiqué, lui, pour les biais qu'il emporte avec lui. La géolocalisation et l'horodatage de toutes nos activités suffisent à eux seuls à fournir des possibilités de tests de corrélation, pour explorer des *patterns* de comportements. Là aussi, comme pour le marketing des plateformes, on préfère travailler avec des traces de comportements à grain fin qu'avec des déclarations d'individus. Olivier Ribaux rend compte aussi de l'organisation des différents rôles dans les procédures policières et montre bien comment l'opposition entre le « tout technologique » et le « tout intuitif » ignore le véritable travail policier. La mobilisation de modèles comportementaux, plutôt fondés sur des approches multi-agents et donc sur de l'IA symbolique que sur des réseaux neuronaux (encore peu visibles à l'époque de la rédaction de l'ouvrage), débouche sur des situations qui ignorent ce que nous appelons le « design organisationnel » nécessaire pour construire un « *human-Machine Learning* » où tout le monde apprend. Son récit des impasses originelles des modèles psychologiques de profilage illustre bien comment une division du travail nouvelle se met en place avec les outils numériques d'expertise, qui peut conduire tout le système dans une impasse : « [Au FBI], la lourdeur du formulaire rempli pour chaque événement, qui comprenait à l'origine 189 articles, décourageait les investigateurs les plus méticuleux. D'autant que ceux qui collectaient les données ne les analysaient pas. C'est une élite de profileurs qui s'en chargeait. Les remplisseurs de formulaire n'avaient donc pas un grand intérêt d'accomplir une tâche ennuyeuse dont ils ne percevaient jamais les effets. Une telle systématique semble suivre un principe plus général : plus la collecte des données est éloignée de l'analyse, plus la qualité de l'information enregistrée diminue. Depuis que ces défauts sont admis, le système fonctionne sur des bases plus décentralisées et le formulaire a été réduit de moitié » [p. 272]. On retrouve là exactement la situation déjà décrite au chapitre précédent à propos des données de la police de la route. Mais la tentation de l'expertise hors-sol fondée sur la puissance et l'opacité des algorithmes ne sera que renforcée par la séduction organisée vis-à-vis de l'intelligence artificielle. Tout cela peut entraîner paradoxalement une méfiance encore plus grande de la part des citoyens vis-à-vis des usages de leurs traces, tout au moins lorsqu'ils ne sont

pas soumis au modèle dictatorial du « *social credit* » chinois, nettement plus explicite.

Cette thématique générale de la surveillance a fini par constituer un domaine de plus en plus actif, dit des *Surveillance Studies*. On trouvera ainsi un bilan critique de ces études chez Castagnino [2018]. Des comparaisons internationales sont aussi mises en œuvre [Bigo, 2016, 2019]. Car ces politiques sont partagées par tous les pays et les techniques s'empruntent volontiers entre dictatures déclarées et régimes libéraux autoritaires [Chamayou, 2018] comme le sont désormais la plupart de nos démocraties. L'Europe elle-même a multiplié les systèmes d'information et de traçabilité, tels que Eurodac (contenant les empreintes digitales des demandeurs d'asile et immigrants illégaux), le VIS (*Visa Information System*), le SIS (Système d'information de Schengen), le FADO (Faux documents et documents authentiques en ligne), tous fichiers gérés et interconnectés par une agence européenne, EU-LISA. Mais ils devraient être complétés par un système européen d'information et d'autorisation de voyage (*European Travel Information and Authorisation System* – ETIAS), inspiré de l'ESTA américain. Comme on le voit, la « construction de l'Europe », dans un contexte de lutte contre le terrorisme et contre l'immigration, c'est aussi une construction de systèmes d'information, toujours plus interconnectés, dont les principes techniques et juridiques ne peuvent être discutés de fait que par les experts, même si le Parlement européen les valide politiquement. Didier Bigo [2019] considère ainsi qu'a émergé une forme de « raison d'État numérique », une forme de guide transnational de la gestion des informations sensibles, qui font naître des controverses publiques sur « l'inévitabilité des systèmes de surveillance à large échelle ». Toutes les lois votées sous pression du terrorisme, notamment, renforcent encore ce que nous avons appelé la « dérive sécuritaire d'Internet », dont l'acte de naissance serait le *Patriot Act* américain, voté après les attentats du 11 septembre 2001, qui par comparaison avec ce qui est désormais couramment pratiqué, pourrait presque apparaître comme modéré. Shoshana Zuboff [2019] a le mérite de ne pas trop dépendre des *Surveillance Studies* classiques pour publier sa somme : *The Age of Surveillance Capitalism*. Elle s'est en effet surtout focalisée sur le versant commercial de la surveillance à travers les plateformes pour mieux montrer comment le consentement à la surveillance, à la prédation des traces, trouvait son origine dans cette forme de bienveillance des firmes qui veulent toujours améliorer le service en

personnalisant leur offre, ce qui suppose de connaître en détail les comportements des individus ou tout au moins de profils semblables. Les firmes proposent une transaction entre un échange gratuit d'Internet ou de certains services comme un moteur de recherche et l'acceptation des violations des droits sur les données personnelles de comportement. Google, que l'auteure cible particulièrement, est même passé d'une supposée amélioration du service à une optimisation à des fins publicitaires, qui nécessite de connaître l'UPI (*User Profile Information*) inféré, présumé ou déduit de toutes les traces comportementales pour générer ce qu'elle appelle le « surplus comportemental » (*behavioral surplus*). « Google est ainsi passé de ses fondations centrées sur des valeurs à l'élaboration d'un modèle de surveillance comportementale comme logique d'accumulation totale » [p. 81]. Google est d'ailleurs le symbole d'une division de l'apprentissage (*division of learning*) qui succède à la division du travail à travers la concentration de l'expertise en IA notamment. Cela pourrait ainsi prolonger la thèse de Casilli sur ces nouveaux prolétaires que sont les tâcherons qui contribuent à cet apprentissage à l'opposé de cette nouvelle échelle sociale. Elle critique surtout Pentland [2014] qui se réjouit de pouvoir obtenir des données de plus en plus massives sur les comportements de toute l'humanité puisque selon lui « les phénomènes sociaux sont seulement des agrégations de milliards de petites transactions entre individus » [cité par Zuboff, 2019, p. 430]. Mais elle reconnaît aussi que sa prophétie est tout à fait plausible et se rapproche des modèles comportementaux de Skinner pour produire une « société instrumentaire », que l'on peut assimiler à une ruche, nous dit-elle, et qu'elle oppose au totalitarisme. Comme on le voit, son approche est décalée par rapport aux classiques « *surveillance studies* », car ce sont plutôt les firmes que les États qui sont à la manœuvre, ce qui explique qu'il s'agisse de capitalisme de surveillance. Mais sur ce plan plus économique, Shoshan Zuboff ne fait quasiment jamais référence à la forme spécifique du capitalisme financier pour réduire sa cible aux plateformes numériques. On peut se demander si ce ciblage, du point de vue théorique comme du point de vue activiste, n'est pas réducteur, tant pour la surveillance que pour le capitalisme, puisqu'après tout, les firmes numériques ont toujours su attirer les investisseurs ce qui leur a permis d'étendre leur modèle du surplus comportemental malgré leurs pertes (comme Amazon, Facebook ou Uber).

Ces élaborations théoriques ne peuvent être débattues sans des références à des études de terrain précises, même si les débats publics vigoureux sur ces

questions mettent la pression sur les chercheurs censés expliquer les questions et sur les innovateurs censés trouver des solutions. Mais l'innovation se trouve souvent tirée dans des directions contradictoires, qu'on résume souvent de façon caricaturale comme opposition entre sécurité et vie privée. Tristan Nitot [2016] cite Schneier qui considère que « le véritable choix, c'est la liberté par rapport au contrôle ». Ce qui change tous les termes du débat et des visées des innovations. T. Nitot fait un inventaire de ces questions qui devient même un guide de reprise de contrôle qui garantit plus de liberté mais qui repose sur des contraintes qu'on se donne nettement plus fortes que l'adhésion ignorante (mais à l'insu de notre plein gré) aux incitations à laisser disponibles nos données et nos traces de comportements. Le cas de Apple face au FBI est intéressant sur ce plan. Lors de l'enquête sur la tuerie de San Bernardino en 2015 (14 tués), le FBI récupère un iPhone 5C et demande à Apple de lui donner l'accès aux données puisque le FBI a activé par erreur le code secret qui après dix tentatives bloque le téléphone. Apple refuse et prend à témoin ses clients puisque sa réputation de protecteur des données personnelles est en jeu, y compris lorsqu'elle doit se faire au détriment de l'enquête de police. Créer une porte dérobée serait risquer de la faire tomber en de mauvaises mains. Cette histoire que raconte Tristan Nitot doit cependant être interprétée autrement qu'il ne le fait selon nous, puisque c'est un cas que nous avons examiné en détail dans des travaux sur l'expérience des *data breaches* dans le monde [Boullier et Crépel, 2017]. Car le FBI a finalement obtenu l'accès qu'il voulait, non pas en passant par une décision de justice malgré l'appui d'un juge et du ministère de la Justice, mais par un forçage technique réalisé par une entreprise privée. Ce qui conduit à deux failles dans la confiance des utilisateurs vis-à-vis des technologies : 1. malgré les prétentions d'Apple, il est toujours possible d'obtenir un accès à nos données personnelles et donc la *privacy* ne peut pas être garantie seulement par la technique (ici le chiffrage) ; 2. et dans tous les cas, ce n'est plus le droit qui fait la loi mais le code et l'expertise technique dans ce domaine de la sécurité. L'occasion de trancher en droit un litige particulièrement fécond a été contournée, ce qui n'a rien de rassurant pour personne, et qui rejoint les questions soulevées par Garapon et Lassègue [2018] précédemment.

De nombreuses décisions sur des fichiers, des méthodes de recueil d'informations, etc. sont ainsi prises sans cadre juridique ou sans débat public. Laurent Muchielli [2017] retrace avec précision cette montée de

l’idéologie sécuritaire depuis 1970, en France certes mais le tableau serait identique dans la plupart des pays. Depuis que Snowden a fait apparaître l’ampleur de la surveillance généralisée que les États démocratiques s’autorisent sans cadre légal (sans parler des dictatures), il est clair que la vision sécuritaire du numérique a pris l’ascendant sur d’autres préoccupations démocratiques. Là encore, le citoyen ordinaire est supposé se satisfaire de la performance technique qui lui garantit à première vue une plus grande sécurité, même s’il faut rappeler que les mafias et les terroristes ont largement su exploiter aussi la puissance des mêmes technologies. Crosset et Dupont [2018] font ainsi le point sur le suivi de la propagande djihadiste sur les réseaux sociaux.

La défense nationale est le domaine par excellence où toutes les innovations numériques sont rapidement testées, et souvent même financées comme cela se passe encore pour toute la *Silicon Valley*. Les formes de la guerre conventionnelle équipée par le numérique ont totalement changé et font le bonheur des réalisateurs de films hollywoodiens [2013]. Les guerres proprement numériques sont, elles aussi, désormais reconnues comme un état de fait, quasi permanent mais à bas bruit et difficile à suivre et à décrire si ce n’est lorsqu’une action audacieuse est rendue publique comme celle du virus Stuxnet capable de saboter les centrifugeuses iraniennes nécessaires aux activités nucléaires. On peut ainsi identifier trois approches dominantes : celles qui suivent de près l’évolution des techniques numériques et notamment de l’intelligence artificielle et de la robotique et qui sont prêtes à changer d’ère sans état d’âme, celles qui metttent en avant les enjeux sociaux, politiques et moraux de telles évolutions contraintes qui remettent en cause indirectement des doctrines de défense profondément ancrées, et celles qui s’attachent surtout à montrer la réalité actuelle et la diversité des formes de risques et d’attaques, parfois très ordinaires mais aux conséquences catastrophiques.

Les innovations radicales annoncées portent d’abord sur l’introduction de l’automatisation à divers niveaux des stratégies et des engagements militaires. Laurent Ferrier, étudiant dans mon cours de master « Innovation et stratégies » à Sciences Po, a réalisé, en s’appuyant sur les travaux de Rieutord [2017], une boussole très évocatrice de la diversité des rôles des automates à vocation militaire (les principes de la boussole sont expliqués dans le chapitre sur la ville numérique). Il la prolonge d’ailleurs en indiquant que le soutien automatisé (quadrant Nord-Est) peut lui-même être

décomposé en fonctions de chevalier, d'écuyer, de limier et d'éclaireur, pour rejoindre des fonctions traditionnelles dans les armées. Cela indique bien, comme ce fut toujours le cas notamment pour Internet, que les investissements militaires vont rester cruciaux pour toute la chaîne d'innovation en robotique mais aussi que les priorités données à certaines fonctions seront de fait des expressions de stratégies militaires et politiques.

Figure 5.1 Les robots militaires terrestres : topologie d'une famille d'innovations tactiques

INCERTITUDE | AUTONOME

ARME AUTONOME

AUTOMATE DE SOUTIEN

Sentinelle mobile
Taifun-M

Sentinelle fixe
SGR-A1

Soldat androïde
Yvan the Terminator

Androïde de secours
Atlas

Convoi autonome
Robocon

Patrouilleur
Guardium

Robot extracteur
BEAR

Char de combat lourd
Crab Walker, T-14, ZSD 63, Uran 9, Black Knight

Appui urbain
Sharp Claw

Transport multifonction
eRider

Reconnaissance auto
Urban Warrior Mathilda

Transport de charge
BigDog

DÉTACHEMENT | ATTACHEMENT

ARMÉ | NON-ARMÉ

Déblayeur de terrain
Uran 14

Engin d'assaut lourd téléguidé
Platform-M

Drone d'avant-garde
Gladiator

Reconnaissance-manipulation
Telon, Packbot

Engin d'assaut léger téléguidé
Swords

Drone de reconnaissance
Nerva, Sphere

DRONE DE COMBAT

ROBOT-ÉCRAN

CERTITUDE | TÉLÉOPERÉ

De ce point de vue, la philosophie critique du drone de Grégoire Chamayou [2013] est importante : l'engagement à distance n'est pas seulement une performance supplémentaire, il change les termes mêmes de la guerre, sans doute autant que l'usage des gaz en 1917, comme l'évoquait Peter Sloterdijk [2005]. Les militaires en sont bien conscients car tuer à distance en étant protégé est en contradiction avec les principes d'affrontement symétrique, certes mis à mal par le terrorisme, mais semblent céder de fait à une tyrannie de l'innovation pour adopter sans autre régulation des technologies aux conséquences politiques et morales sérieuses.

L'autre innovation clé est bien entendu l'intelligence artificielle qui peut donner lieu à des choix stratégiques très différents, comme les liste Gérard de Boisboissel [2019] : préparation opérationnelle et conduite des opérations, détection et prédiction des menaces, maintenance prédictive, mutualisation collaborative, optimisation des réseaux et de flux, cybersécurité, déception (au sens anglais) et influence, sans parler de tâches classiques comme la classification ou la personnalisation. L'auteur précise bien que l'apprentissage devra être supervisé pour que le militaire garde confiance dans la machine. De fait, la dimension sociale du combat cybernétique n'est pas oubliée, comme le rappellent Weber et Jean-Philippe [2018], ce que nous aurions tendance à rapporter au design organisationnel que nous avons déjà proposé. Cependant, il est impossible d'oublier le cadre conflictuel dans lequel se situent les choix. À tel point que Thierry Berthier [2019] anticipe sur les propriétés d'attaques et de défenses toutes assistées d'IA : il liste ainsi la possibilité de transmettre des fausses données, de faux ordres, à partir de profils fictifs ou d'usurpations d'identités. Pour illustrer son article, il prend d'ailleurs l'exemple des systèmes dits de *deep fake* qui permettent de coupler une image d'un personnage parlant avec le discours d'un autre dans une synthèse image/voix impressionnante de réalisme, ce qui permet de faire dire à un « vrai » Obama ce qu'on veut. Ce contexte n'est pas si éloigné de la quasi-guerre financière que se livrent les traders et les algorithmes des systèmes financiers lorsqu'ils effectuent du *quote stuffing* ou qu'ils lancent des ordres fictifs par exemple, comme nous l'avons indiqué avec Laumonier [2014]. Les *fake news* ou les robots sur les réseaux sociaux, enjeu politique clé que nous allons évoquer, ne sont donc pas un épiphénomène mais manifestent le comportement généralisé de tromperie

qui est à la base de la cyberguerre comme de la concurrence économique, tromperie désormais largement amplifiée par les algorithmes de l'intelligence artificielle et que la blockchain ne pourra en aucun cas suffire à réduire. Ces attaques ordinaires sont même parfois considérées comme le prix à payer, voire même comme le principe de réalité qu'il convient d'adopter dans le monde dérégulé qui est le nôtre. Ce débat sur la confiance, ses limites et ses architectures, est largement discuté dans l'ouvrage coordonné par Doueihi et Domenicucci [2018] sans pour autant le confondre avec les enjeux de sécurité.

La protection sociale et la santé sont des domaines d'une telle complexité administrative et technique que chacun voit bien les bénéfices à tirer de la numérisation généralisée de la gestion et des échanges entre professionnels de santé et administrations. De ce point de vue, le numérique est un révélateur extraordinaire de la complexité des régulations internes d'un secteur puisque, en France, le dossier patient informatisé est un serpent de mer qui a mis plus de quinze ans avant d'exister tandis que l'Obamacare a failli se transformer en fiasco en raison des complexités mal gérées du système d'inscription en ligne aux nouvelles assurances sociales. La chaîne de soins est partout faite d'interactions entre acteurs de statuts très différents, de la plus grande proximité à la plus haute technicité, et les utopies rationalisatrices qui accompagnent tous les projets numériques du secteur ont à chaque fois fait l'impasse sur les enjeux de régulation interne entre tous ces intervenants. Et cela d'autant plus facilement qu'il existe comme une incapacité politique à contester le bien-fondé de tout investissement numérique dans ce secteur, puisque tout argumentaire se termine par l'invocation du « bien du patient ». Lorsque les patients eux-mêmes exigent leur place dans le processus et mobilisent à leur service les technologies numériques, des espaces d'innovation technique et sociale s'ouvrent, bien plus durables que les transpositions *high-tech* hâtives. Mais plus souvent, les modèles du *New Public Management* sont amplifiés par les technologies numériques [Bertillot, 2016]. L'auteur montre des cas d'indicateurs ou de méthodes de *ranking* directement formatées pour répondre à ces impératifs politiques et managériaux. Lorsque les recherches suivent au plus près l'activité des professionnels et autres parties prenantes de la télémédecine [Gaglio et Mathieu-Fritz, 2018], qui comprend la téléconsultation, la téléexpertise, la télésurveillance médicale, la téléassistance médicale, la régulation médicale des urgences, elles mettent en évidence les effets réciproques de

transformation entre systèmes organisationnels et systèmes techniques et les décalages de temporalité dans les apprentissages entre les deux. Certains échecs comme l'expérimentation d'une valise de télémédecine en EHPAD [Gaglio, 2018] peuvent d'ailleurs devenir des chances pour des potentialités collatérales d'innovation, comme des formes nouvelles de coopération, mais peuvent aussi poser des problèmes pour les politiques publiques qui cherchent des « plans » fondés sur ces « solutions » techniques trop rapidement. La focalisation sur les techniques fait souvent oublier tout le travail d'articulation [Strauss, 1997] que font les soignants comme les patients, comme c'est le cas dans une étude d'un système de télésurveillance non médicale à domicile, à destination de patients atteints d'insuffisance cardiaque [Mayère, 2018]. Le travail des patients comporte ainsi une réinterprétation nécessaire pour donner du sens à des indicateurs purement formels du point de vue des patients. Les professionnels, eux, doivent parfois dénumériser les dossiers pour être sûrs d'en garder une archive pour les faire circuler entre eux.

Comme on le voit, la recherche se focalise naturellement sur des enjeux organisationnels, du point de vue des formes de management, de la coordination entre entités ou du point de vue de l'expérience vécue des soignants et des patients pour des techniques qui sont déjà expérimentées depuis plusieurs années, comme la télémédecine ou le dossier médical partagé/dossier patient. En revanche, tout ce qui est introduit désormais avec le *Big Data* et le *Machine Learning*, à savoir la médecine prédictive et la médecine de précision (ou personnalisée), devra faire l'objet de nouveaux terrains de recherche. Là aussi, une nouvelle ère de quantification nécessite de nouvelles approches qui supposeront d'entrer plus directement dans les propriétés des algorithmes.

L'éducation est l'autre secteur où l'innovation numérique est quasiment indiscutable car fondée sur le « bien des élèves », que l'on doit toujours « mettre au centre » (comme le patient). Au nom de cet impératif indéfini, les services d'éducation nationaux ont dû subir des vagues successives d'innovations numériques toutes supposées miraculeuses pour les apprentissages et dans tous les cas incontournables, tant l'angoisse d'être déclassés pour l'avenir hante les politiques et les familles (un peu moins les enseignants et encore moins les élèves). En France, le souvenir du plan « Informatique pour tous » de 1985 reste gravé dans la mémoire des plus anciens formateurs mais n'a guère permis d'apprendre de l'échec puisque

l’on continue des distributions de matériels, dont toutes les études montrent les limites. Dans l’enseignement supérieur, l’innovation technique précède le plus souvent l’innovation pédagogique, voire s’y substitue, au mépris des enjeux véritables de formation des nouvelles générations et malgré le constat des limites criantes de nos systèmes de formation. Les vagues successives ont malgré tout équipé progressivement tout l’enseignement supérieur avec plusieurs couches de services numériques, comme nous l’avons indiqué : les LMS (*Learning Management Systems*, qui permettent de programmer le cours, les interactions et les accès) à la fin des années 1990, puis les UNT (universités numériques thématiques, qui constituent des stocks de documents multimédias comme ressources collectives de contenus) au milieu des années 2000 et plus récemment les MOOC (*Massive Open Online Courses*) qui exploitent la puissance des plateformes et des réseaux pour diffuser en masse des cours (organisés selon les schémas traditionnels de prises de connaissance dans la plupart des cas). Pendant ce temps, les administrations scolaires ont elles-mêmes muté et se sont équipées pour la gestion courante mais aussi pour l’évaluation qui est devenue dans ce domaine comme dans les autres, le compagnon de route indéfectible de toute numérisation des process, accompagnée de débats sans doute plus vigoureux que dans d’autres secteurs.

L’un des grands chantiers numériques de l’Éducation nationale française des années 2017-2018 aura été l’introduction du portail numérique Parcours-Sup qui a succédé à APB (Admission post-bac) pour gérer les choix multiples d’orientation des futurs étudiants. Ses problèmes n’ont pas atteint le niveau critique du système de paie des armées (Louvois) qui a conduit à des erreurs de rémunération en cascade après des années de développement. Mais les choix effectués dans les paramétrages ont abouti à une production générale de stress pour les intéressés, stress partagé par toute une large population de parents, de familles, d’enseignants qui sont concernés par ces jeunes au niveau du bac et entrant dans le supérieur. On peut alors voir à l’œuvre des mécanismes de places de marché qui traiteraient les préférences et l’allocation des ressources de façon optimale comme le veulent les modèles des économistes [MAGNAC, 2018]. En fait, lorsque l’enquête est menée [BEAUD et VATIN, 2018], il apparaît que le système technique nouvelle version fonctionne plutôt mieux que sa précédente version mais qu’il ne peut en aucun cas résoudre les problèmes structurels de l’accès à l’université ni les choix politiques qui doivent y présider. Malgré les incidents, on devrait donc

se réjouir de ces débats. D'abord parce que cela a entraîné un intérêt pour la boîte noire, qui a pu être ouverte et discutée puisqu'il s'agissait de logiciel libre, notons-le bien. Et ensuite, parce que les orientations politiques d'un gouvernement n'ont pas pu être présentées comme des décisions purement techniques de gestion de flux de données puisque les raisons des paramétrages et les motivations de tout le processus (la rareté des places dans les universités) ont bien repris le dessus dans le débat public virulent qui s'est déroulé. Lorsque toute une politique repose désormais sur des algorithmes (*code is law*), il ne faut pas s'étonner que ces algorithmes eux-mêmes deviennent enjeu de débat politique, ce qui est une forme assez rare de seconde modernisation, réflexive sur nos choix techniques comme le suggérait Ulrich Beck. Il reste cependant que l'assemblée hybride, technique et politique, qui devrait opérer ces choix n'avait pas été vraiment mise en place et que les formes et les débouchés du débat en ont été affectés.

Ce premier tour d'horizon des grands domaines régaliens des États modernes indique bien que tous ont été profondément affectés par la mutation numérique. La conjoncture idéologique libérale qui domine depuis les années 1980 a sans doute donné une tonalité particulière à toutes les réorganisations qui se sont déroulées pendant cette période et que l'on a pu, à bon droit ou en toute mauvaise foi, attribuer au numérique. Le pilotage du changement organisationnel est en effet extrêmement complexe, et d'autant plus dans ces grandes bureaucraties étatiques, et il est certain que le levier du numérique fut un cheval de Troie particulièrement indiscutable pour faire passer toutes les politiques de rationalisations budgétaires qui disposaient désormais de leurs outils de contrôle, de suivi, de calculs « objectifs », issus de l'idéologie du *New Public Management*. Au bout du compte, il serait même possible de dire que l'emprise des services du budget et des finances en est ressortie renforcée dans toutes les administrations étatiques car partout, la réduction des dépenses s'est appuyée sur ces capacités de calcul et de traçabilité nouvellement disponibles. L'économicisation de la société, des États en tant qu'instances politiques aussi bien qu'administratives, a largement bénéficié de l'extension du domaine du numérique, alors même que les autres dimensions que nous avons présentées précédemment restent encore à exploiter dans tous les domaines d'action privilégiée des États : l'intelligence collective, la tradition ou la vision par exemple. Il n'est pas sûr que cela ait contribué à rendre le politique mieux apte à représenter le bien

commun et à rendre possibles des politiques du numérique, trop souvent couplé strictement à ces modèles de rationalisation budgétaire.

Mais l'évolution de la bureaucratie étatique vers une forme d'« *accountability* », qui l'oblige à rendre des comptes et à justifier ses actions devant le public, constitue cependant un réel changement. La dématérialisation de toutes les procédures peut ainsi entraîner un changement dans la nature même des procédures dès lors qu'elles sont devenues explicites et accessibles aux administrés. De même, la productivité du « *back-office* » s'améliore à travers des paiements en ligne, des formulaires et documents accessibles et acceptés en ligne, des cartes d'accès multiservices, des consultations de données publiques ou personnelles que l'on peut ainsi contrôler ou débattre. Et cela, les citoyens administrés peuvent le constater quand bien même l'argument suprême « c'est la faute à l'informatique » reste encore souvent utilisé dès lors qu'un service ne fonctionne pas. L'administration repose cependant encore sur des pièces justificatives qui sont le plus souvent sur support papier. La tradition du papier a nécessité des décennies de mise en place [Gardey, 2008] et sa valeur de garant ultime de même que la signature manuscrite [Fraenkel, 1992] sont difficiles à dépasser dans l'administration. La signature repose en effet sur un chaînage constant et prudent de preuves matérielles, de justifications pour un éventuel contrôle, de traces qui s'étayent les unes les autres. Changer toute une chaîne suppose que tous les acteurs concernés redéfinissent leur responsabilité en cas de litige. La dématérialisation des feuilles de soins en France est ainsi entrée dans les mœurs après des années de négociation avec les professionnels de santé.

De plus, le principe d'égalité de traitement oblige à maintenir la version papier ou le contact humain pour les administrés qui ne peuvent ou ne veulent pas passer au numérique, comme ce fut le cas pour les déclarations de revenus jusqu'en 2018 en France. Des règles nouvelles doivent s'appliquer sur ces traitements administratifs numériques telles que les règles de non-interconnexion des fichiers et de protection de la vie privée (consultation de ses données personnelles) sous le contrôle de la CNIL en France, ou des règles de conservation (ex. : 20 ans pour les dossiers médicaux, décret du 4 janvier 2006) ou encore des règles de consultation (*cf.* CADA, loi de 1978). La prétention de régler ce *back-office* comme une simple question de productivité se voit ainsi sérieusement compliquée par le respect du droit qui s'applique à toutes ces procédures.

Signalons cependant une anomalie dans la pression exercée à l'occasion de la transition numérique en faveur d'une dérégulation et d'une réduction remarquable de la sphère d'activité des États. En matière de paiement en ligne, des changements considérables sont en cours, comme le montrent l'arrivée des systèmes GooglePay, ApplePay ou Alipay. Ces plateformes pourraient elles aussi prétendre se passer de garant, tant l'architecture technique multiplie les garanties techniques, avec des tokens très temporaires pour tous les échanges, protégés par des « *token vaults* » par exemple [Boullier *et al*., 2016]. Or, Google, en se lançant dans son système de paiement a pris la précaution de se faire reconnaître comme banque auprès de l'État fédéral américain, ce qui lui permet de bénéficier de sa garantie finale. Il n'est pas aussi simple de prétendre évacuer les tiers de confiance quand les risques deviennent considérables. On peut regretter que trop peu de travaux s'intéressent à ces architectures de paiement et à ce qu'elles nécessitent pour que la confiance se crée, jusqu'à l'État comme ultime tiers. Cela pourrait s'inscrire dans une histoire des « *transactional things* » [Maurer et Swartz, 2017] où les objets ont toute leur place pour faire tenir des voûtes institutionnelles, dans des domaines supposés très liquides comme les activités financières.

Sans pouvoir traiter de tous les domaines régaliens, il nous semble cependant nécessaire de mettre l'accent sur deux domaines transversaux qui font partie de l'action administrative des États car ils fournissent un socle à toutes les autres activités : l'état-civil et les cartes (dont le cadastre). Nous les sélectionnons car ils font l'objet d'innovations numériques remarquables et tout autant débattues car elles affectent le lien social et politique fondamental. L'État est en effet garant de ces identités et de ces territoires qui constituent une forme d'évidence commune, quand bien même il délègue cette autorité à des instances locales comme pour l'état-civil. Nous pourrions dire que l'État institue (et non gère) ainsi les héritages (fondés sur la filiation et donc le temps) et les voisinages (fondés sur les frontières et donc l'espace) [Boullier, 2010]. Or, et l'expérience de chacun sur Internet en atteste sans difficulté, les identités aussi bien que les frontières sont rendues très incertaines dans le monde numérique qui est le nôtre : c'est donc toute la fonction instituante des États qui se trouve ébranlée.

Les enjeux d'identité

Avant d'être une thématique générale pour des débats publics sans fin, l'identité est un montage légal qui repose sur une fiction de papier. Ce n'est pas le numérique qui introduit cette dimension fictionnelle ou virtuelle, c'est bien le montage de la parenté lui-même qui est toujours virtuel – c'est-à-dire jamais totalement garanti – et qui tient grâce aux formats sur papier de déclarations faites devant témoins. L'identité de chacun n'est donc ni naturelle ni choisie ni même décidée par la famille, elle n'a de valeur qu'une fois enregistrée comme acte légal par un officier d'état-civil dans un registre de papier. L'église effectuait cette tâche en France avant la Révolution et désormais l'État la délègue aux collectivités territoriales. Cependant, elle reste un artefact institutionnel qui produit les conditions de la subjectivité [Legendre, 1985], c'est-à-dire d'un ordre des générations, indéménageable, c'est-à-dire qu'on ne peut remonter. Ces traces sur le papier et ces signatures du déclarant et de l'officier d'état-civil produisent une filiation reconnue, car attestée et inscrite matériellement, et précieusement conservée. Numériser ce processus institutionnel fondamental ne peut donc se faire à la légère. Divers formats existaient déjà qui pouvaient concurrencer le papier. Ainsi des copies sous forme de microfilms avaient été produites et les Mormons se chargeaient même de les réaliser gratuitement dès lors qu'ils pouvaient eux-mêmes stocker ces données pour baptiser leurs ancêtres après coup. De même, le Numéro d'Inscription au Répertoire national d'identification des personnes physiques (NIR) fut créé en France en 1941 par Carmille, géré ensuite par l'INSEE et devint le « numéro de la sécurité sociale ».

Cette version pré-informatique, c'est-à-dire encore mécanographique, des identités avait déjà soulevé des controverses à l'époque de sa création, puisque le premier chiffre du NIR permettait de définir quelqu'un comme juif, et d'inscrire ainsi une vision raciale du monde dans le code. Les empreintes digitales, mises en place par Bertillon en 1902, pouvaient constituer une garantie sur l'identité des personnes utilisable bien au-delà des contextes juridiques initiaux. Désormais, il est ainsi possible de numériser les deux mains, de prendre une image de l'iris de l'œil ou encore de faire appel à une empreinte génétique, répertoriée dans un fichier national automatisé des empreintes génétiques (FNAEG). La critique de la nouvelle coordination des fichiers à caractère biométrique en France (fichier TES 2 - Titres Électroniques Sécurisés) a été conduite par Pellegrini et Vitalis [2017], notamment par les facilités de détournement d'usage de ces identifiants par les services de l'État. On trouvera une analyse plus ciblée sur

les enjeux socio-juridiques des fichiers d'empreintes génétiques dans [Vᴀɪʟʟʏ *et al*., 2016].

Toutes ces méthodes combinent deux éléments : une base de données (ou un fichier) qui permet potentiellement de ranger toute la population et de gagner en efficacité de tri et de reconnaissance, et une source corporelle des données. Comme on le voit, lorsque l'on passe des déclarations devant témoin vers un numéro puis vers des traces corporelles, l'on cherche constamment à produire un référent indiscutable à cette identité, sans l'inscrire dans les générations et dans un statut social mais au contraire en la ramenant à un statut biologique individuel. Toutes les techniques biométriques ne peuvent vivre sur des témoignages, sur des textes mais poussent à l'ancrage dans un garant biologique, pour déboucher sur ce fantasme de l'identité « réelle » qui finit désormais par être l'ADN ou même tout le génome, puisque le séquençage de son propre génome est désormais à la portée de chacun s'il en a les moyens financiers, ce qui a permis de développer un business très profitable (par exemple 23andMe et AncestryDNA) malgré les incertitudes sur la validité des résultats. Dans ce nouveau montage, le numérique est convoqué pour faire un lien direct, indiscutable mais calculable, entre un corps et une autorité qui prend les aspects de la science et de la technique. Le montage de la filiation devient quasiment secondaire, l'État reste certes un garant ultime mais ce sont les opérateurs techniques qui seuls doivent assumer la responsabilité de la correspondance.

La question du corps devient cruciale alors même que l'on parle de dématérialisation. Et les enjeux sont considérables comme nous voulons le documenter autour de trois exemples : les clés de sécurité ou PKI, la prolifération des identités numériques, la généralisation de la carte d'identité numérique en Inde.

Les transactions marchandes sur Internet ou toute autre transaction dépendent très souvent de la confiance réciproque dans l'identité des parties et requièrent souvent des signatures légales qui ne peuvent être manuscrites, quand bien même certains s'en contentent actuellement. Des offres de service dites « infrastructures de confiance » ont été mises en place sous forme de PKI (*Public Key Infrastructure*) ou IGC (infrastructures de gestion de clés), asymétriques, permettant de garantir l'identité des émetteurs (entreprises ou particuliers) sans que les parties partagent un code ou une clé identique qui serait alors susceptible d'être usurpée. Ces PKI supposent une

autorité de certification qui agit comme tiers de confiance et qui fournit pour une transaction donnée la garantie de l'identité des parties. Ces services peuvent être fournis par des sociétés commerciales comme Verisign aux États-Unis qui produit des certificats SSL.

Cependant, il fut observé de nombreuses réticences à utiliser ces services car une entreprise privée n'a pas la légitimité de l'État. L'État est ainsi apparu comme le seul garant « au-dessus des parties », dans un contexte de globalisation qui semble pourtant miner considérablement les prérogatives de ces États. Ainsi, le pouvoir d'instituer des identités et de les garantir reste encore du ressort de ces États et repose sur un chaînage qui comporte ces déclarations d'état-civil que nous avons présentées, en attendant que les technologies distribuées de la « *block chain* » réduisent les réticences d'utilisation des PKI, puisqu'elle repose tout entière sur leur utilisation, générant d'ailleurs des attentes enthousiastes [Tapscott et Tapscott, 2018]. Il est certain que lorsque le MIT medialab [Zyskind *et al*., 2015] propose d'utiliser une couche de chiffrage pour garantir les identités sur tout autre blockchain avec son système appelé Enigma, pour rappeler le travail de Turing, un changement d'époque s'annonce vis-à-vis des tiers de confiance reposant sur les États : les problèmes de vie privée et de passage à l'échelle de la blockchain semblent résolus en changeant les *smart contracts* en s*ecret contracts.* Mais on devient un peu sceptique lorsque la première application mettant en œuvre le protocole Enigma s'appelle Catalyst et vise les *traders* de cryptomonnaies. Décidément, l'emprise de la finance finit par affecter toutes les innovations sans garantir qu'elles pourront revenir à un usage pour le bien commun. Notons cependant que dans les rencontres en face-à-face entre développeurs des communautés du libre, le mode de certification des identités entre partenaires qui n'échangent qu'en ligne quasiment se trouve être la carte d'identité que l'on présente aux autres [cas de Debian étudié par Auray, 2004], c'est dire le décalage existant entre promesses et réalité des pratiques. Schneier [2012] ainsi que sa newsletter *Cryptogram* fournissent le cadre du débat le plus argumenté sur toutes ces questions de sécurité.

Plus ordinaire est désormais notre capacité à jongler avec des identités numériques multiples [Georges, 2010], depuis un numéro de téléphone jusqu'à un avatar dans un jeu ou dans un monde virtuel en passant par toutes les adresses mails plus ou moins sécurisées et les pseudos que l'on utilise dans des réseaux sociaux ou sur des forums en ligne. Toutes ces identités semblent nous appartenir car nous les avons créées et nous sommes les seuls

à posséder les mots de passe pour les rendre opérationnelles. Le numérique permet cet effet d'auto-engendrement que l'on connaît bien dans les jeux mais qui devient ici la règle dès lors que l'anonymat est considéré comme une ressource essentielle pour les échanges. Facebook avait réussi de ce point de vue un tour de force en créant une norme de fait qui poussait les membres à s'inscrire avec leur état-civil réel, ce qui lui donne un avantage certain dans la revente des données qu'il récupère. Pourtant, il est aisé de comprendre à la fois l'utilité de pouvoir garantir l'identité des personnes dans certaines situations et l'importance de conserver un anonymat complet dans d'autres situations mais parfois sur les mêmes plateformes : on veut rester anonymes pour ses activités ordinaires mais on veut pouvoir acheter et donner les garanties d'identité nécessaires pour pouvoir le faire.

Cette prolifération des identités, sans parler des traces que l'on laisse involontairement, génère une confusion de mots de passe, de codes, qui plaide en faveur d'une unification. Les opérateurs de réseaux sociaux l'ont bien compris qui ont tenté de déployer une initiative favorisant l'interopérabilité, Open Social, à l'initiative de Google contre le format Facebook. Mais là encore, la confiance dans un tiers comme Google ne peut plus être suffisante. Open ID, fondé sur le protocole ouvert OAuth 2.0, prétend, lui, garantir la conversion de toutes les identités numériques anonymes mais fiabilisées à partir d'une seule source sécurisée. Facebook a quitté ce consortium pour créer Facebook Connect qui a de fait remporté une place de leader qui lui permet de prétendre devenir l'état-civil numérique de référence, puisqu'il suffit d'utiliser son ID Facebook pour se connecter un peu partout. Comme on le voit, le traitement des identités se fait sur le mode techniciste, les pouvoirs publics se retrouvant de fait en dehors du débat qui se résume à un débat technique de standardisation. Pourtant, c'est la même technologie que l'État français va reprendre pour créer France Connect en 2016, ce service qui permet une identification unique pour l'identification des citoyens français. Les promoteurs de la notion californienne d'État plateforme comme Colin et Verdier, notion empruntée à O'Reilly, sont parvenus à distiller le concept (comme on le voit chez le conseil d'analyse économique, Algan *et al*., 2016 ou encore chez Chevallier, 2018), pour aboutir à des réalisations somme toute très pragmatiques mais pourtant vantées comme exemples du décloisonnement des silos, du citoyen-roi et de la lutte frontale contre un état régulateur obsolète. Cela peut comporter une véritable rééducation de ses personnels comme le montrent les initiatives prises par la

DITP (Direction Interministérielle à la Transformation Publique) dans ce sens où tout le langage *startuper* est réutilisé au mépris de l'expérience des fonctionnaires et où la table rase et le passage à l'acte, à la mode des « méthodes agiles », sont les principes dominants. L'État plateforme sera cependant décliné en « État start-up » d'un côté lorsqu'il convient d'être disruptif et d'ubériser l'État contre lui-même mais de l'autre en « souveraineté numérique », lorsqu'il s'agit de présenter la face protectrice et d'indépendance nationale face aux plateformes multinationales. Ce double discours est utilisé à volonté selon les publics et débouche d'ailleurs sur des réalisations contradictoires, « disruptives » dans un cas et porteuses de services innovants indépendants dans le cas de France Connect. Marie Alauzen [2019] en a fait une observation ethnographique détaillée et raconte le travail de standardisation et de simplification nécessaire, à la fois pour se conformer aux principes de la CNIL et pour se différencier des fonctionnalités de Facebook Connect largement critiquées (abus de traçabilité notamment). Le modèle de l'Estonie reste une référence mais à une tout autre échelle pour la population concernée et surtout parce que tout a été intégré autour de la carte d'identité numérique que chaque estonien reçoit et qui lui permet d'agir non seulement en relation avec les services publics mais avec d'autres entités dès lors qu'il faut signer par exemple. La dépendance totale à cette numérisation avait été mise à l'épreuve lors de cyberattaques subies par l'Estonie en 2007 et lors de failles de sécurité découvertes en 2017 sur les cartes d'identité. Il manque encore des études empiriques pour analyser précisément la nature des changements dans les relations citoyens/services publics dans un tel contexte.

L'expérience indienne

L'Inde a démontré l'effet structurant d'une politique nationale des identités numériques avec son projet Aadhaar (identité unique) opérationnel depuis 2010. La perspective de fournir cette nouvelle carte à puce à un milliard deux cents millions d'Indiens pourrait faire craindre le pire en matière de gestion de projet et de contrôle politique. Cependant, le projet a fonctionné et un milliard de personnes ont été déjà équipées début 2018, malgré les incertitudes légales sur l'aspect obligatoire de l'enregistrement.

Le principe consiste à fournir un numéro unique à chaque individu en le certifiant par des données biométriques, telles qu'empreintes digitales, scan oculaire et photo. 20 000 centres locaux d'enregistrement ont été installés au plus près des populations et envoient leurs données par voie postale par manque de fiabilité des réseaux numériques, ce qui montre bien la combinaison toujours ad hoc de *low tech* et de *high-tech* qu'il faut pouvoir réaliser dans ces contextes, loin des modèles de planification parfaite. Le numéro comporte 12 chiffres et les données comportent 7 champs mais non la religion, ni la caste ni la langue qui pourraient être utilisées à des fins discriminatoires. Une autorité indienne dirige toute l'opération mais de

nombreux grands groupes étrangers ont été retenus dans les appels d'offres pour fournir le service, installer l'infrastructure informatique, proposer les technologies biométriques, former les personnels et développer les applications, le tout en *open source*. Les insuffisances des systèmes de distribution d'aide (PDS, *Public Distribution System*) étaient à l'origine du projet (« Pour 4 roupies dépensées par le PDS, seulement une roupie atteint vraiment les pauvres ») mais ses propriétés techniques et son ampleur constituent un pilier décisif pour gouverner par un instrument [Lascoumes et Le Galès, 2005] et réorganiser toute la relation de l'État central à sa population.

Les espoirs et la fascination suscités par cette initiative de grande échelle ont été cependant quelque peu refroidis lorsqu'on apprit fin 2017 que des identifiants avaient été publiés et début 2018 qu'une journaliste avait pu acheter des codes d'accès pour créer elle-même des cartes. Ces failles de sécurité ont été réparées et relativisées par l'organisme qui gère Aadhaar (*Unique Identification Authority of* India ou UIDAI) mais elles peuvent générer une défiance que la performance de la biométrie était supposée neutraliser. De ce fait, les espoirs de reproduire les mêmes raccourcis en Afrique par exemple se trouvent quelque peu freinés, mais avant tout par la capacité de « l'État documentaire » à résister voire à exploiter ces technologies pour maintenir les mêmes fonctionnements bureaucratiques [Awenengo Dalberto *et al*., 2018].

Des cartes aux SIG

La capacité d'un État à « tenir » son territoire, à le connaître, à le piloter et mieux encore à le gouverner peut bénéficier largement des apports du numérique et cela vaut pour toutes les échelles territoriales, urbaines, régionales ou nationales. Les cartes ont toujours constitué un appui politique et cognitif à la production d'une évidence du territoire et leurs qualités conduisaient même parfois à confondre la carte et le territoire. L'amplification des qualités des cartes permise par le numérique constitue une occasion de renforcer encore cette illusion mais elle peut aussi permettre de rendre visible les multiples couches qui constituaient ce territoire supposé évident. Les SIG (Systèmes d'Information Géographiques) sont un élément clé de transformation de l'image d'un territoire, du point de vue de l'administration, des politiques aussi bien que des citoyens.

Les principes sémiotiques de la cartographie n'ont guère changé depuis Bertin [1973] ; des points, des lignes et des polygones ou surfaces. Ils constituent la base de cette représentation numérique mais le volume s'y est ajouté ainsi que tous les effets de réalité virtuelle, déjà testés dans les jeux vidéo notamment. Les techniques de cartographie se sont cependant simplifiées dès lors que les formats vecteur (dessin vectorisé calculable dans toutes ses dimensions) ont été souvent remplacés par ce qu'on appelle un format *raster* obtenu à partir d'une numérisation d'une photo aérienne ou d'un plan. Les prises de vues aériennes avec des lasers (Lidar) sont devenues

plus courantes et moins coûteuses ce qui a permis de multiplier les cartes de territoire prenant en compte par exemple les types d'occupation des sols. Ainsi, une ville comme Bangalore en Inde n'avait jamais produit ce type de carte d'occupations des sols avant 2010 et les responsables administratifs et politiques purent disposer alors d'une vision en surplomb riche en informations et prétendre ainsi dominer leur territoire.

L'important reste cependant la structure des données associées à ces images, car les SIG découpent le réel, comme dans toute opération informatique, en couches selon les types d'information nécessaires (réseaux d'eau, voirie, terrains bâtis, espaces verts, équipements publics, etc.) et peuvent les recombiner. Le calage de toutes ces couches d'information sur une même base de données topographiques et sur un même référentiel crée la convention de représentation commune, qui permet à tous les acteurs du territoire de se coordonner avec précision comme dans le cas de travaux à effectuer. La valeur de la géolocalisation est désormais bien connue pour tous les services et applications en ligne. Les enjeux juridiques sur la propriété des données, notamment du cadastre, donnent lieu à des conflits virulents : le travail de production, de mise à jour et d'offre d'accès effectué par les services publics sur leur territoire (à toute échelle) peut-il donner lieu à rémunération ou à cession gratuite et sous quelles conditions de respect des données et de leur propriété ? Le pouvoir des cartes [Levy, 1999, 2004] est encore amplifié lorsqu'elles sont transformées en SIG, puisque les découpages, les combinaisons de couches provoquent des effets cognitifs inédits en rapprochant des réseaux enterrés, jusqu'ici invisibles, d'occupations de surface, en faisant apparaître des spécialisations de certaines zones qui rendent le territoire moins homogène qu'on ne le disait, etc. Jacques Lévy *et al*. [2016] ont proposé de réviser de plusieurs manières ces conventions topographiques pour introduire l'expérience des spatialités individuelles ou encore, et de façon spectaculaire, des cartogrammes déjà mentionnés au chapitre 3.

C'est bien le contrôle de l'image même du territoire qui est en jeu car la circulation aisée des données numériques permet à de nombreux acteurs de contribuer à modifier cette image. Ce risque est assumé dans le cas de l'*Open Data* voire même calculé pour faire exister de nouvelles dimensions territoriales – comme les métropoles – face à d'autres entités. Mais il est plus difficile à circonscrire lorsque les cartes telles que Google Maps ou Open Street Maps envahissent toutes les applications, tous les sites et mettent en

scène le territoire selon des principes qui sont propres à la communauté qui les publie ou aux services commerciaux qui attirent l'attention sur certains aspects au détriment d'autres.

Nous parlons alors d'une culture du « *folkmapping* » qui se diffuse largement, qui emprunte peu à la cartographie car seuls les points et les lignes sont mobilisés mais qui est avant tout orientée action, par opposition à la carte mémoire ou analyse qui était le principe dominant des géographes et même des décideurs. Les codifications standards finissent par être submergées par des codes et des classes d'objets cartographiques « ordinaires » (*folk*) et peu structurés *a priori*. La puissance du travail collaboratif permet cependant de produire des descriptions ad hoc à une vitesse ou avec une pertinence qui seraient très coûteuses à mettre en place selon les procédures normalisées, comme on a pu le voir après le tremblement de terre de 2010 en Haïti où la carte nouvelle de la ville avait été dressée en quelques heures à partir de photos satellites pour un usage immédiat par les secours ou encore avec Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT) dans le cas du Népal en 2015. Les territoires sont ainsi augmentés par toutes les données qu'on peut leur associer sur une carte, ils gagnent une nouvelle visibilité mais ce gain est objet de tensions politiques et juridiques entre autorités car cette mise en scène des territoires peut se révéler critique dans une stratégie de gouvernement. Les lieux de vision spécialisée sur le territoire, ces oligoptiques que décrit Bruno Latour dans *Paris ville invisible* [1998], se multiplient ainsi, non seulement avec l'aide de caméras mais aussi avec des cartes de plus en plus subjectives et orientées par l'action que chacun suit sur son téléphone portable ou sur son GPS. On pourrait sans doute annoncer « la guerre du GPS contre la géographie », tant ses théories et son cadre conceptuel sont estompés par la géolocalisation orientée action. Le territoire doit en principe permettre d'identifier des places et des statuts sous une vision commune faite de frontières et de centralité, vision portée par un pouvoir politique. La prolifération de ces images, de ces repères concurrents participe de cette mise en question des mondes communs. Nous avons ainsi considéré [Boullier, 2015] que les territoires ne devaient plus d'ailleurs se satisfaire de leur représentation dans un espace topographique mais qu'ils devaient intégrer l'espace des réseaux numériques dans leur vision courante : l'image d'un territoire est aussi affaire de réseaux sociaux, de réputation, de communautés actives, de diasporas qui ne tiennent pas compte des frontières et qui ignorent volontiers

les autorités supposées parler en son nom. Ce sont alors des agencements topologiques et chronologiques qui doivent s'ajouter à l'agencement topographique classique du territoire. Certains l'ont bien compris qui rapatrient tous les territoires dans les catégories de la marque pour en faire un marketing concurrentiel supposé décisif [Florida, 2002] et donc piloté comme toute stratégie de communication depuis le centre. Mais il est aussi possible d'adopter d'autres politiques pour accompagner cette prolifération des images du territoire, y compris de ses ressources topographiques de base, de façon à amplifier l'espace des collectifs qui contribuent à faire vivre un territoire, qui devient dès lors aussi émergent et en construction et non plus seulement contrôlé par une autorité centrale. En termes de topologie de réseau, cela revient à proposer aux décideurs de considérer « leur » territoire à la fois comme des autorités et comme des hubs, qui servent de référence et de passeurs à la fois.

La ville numérique

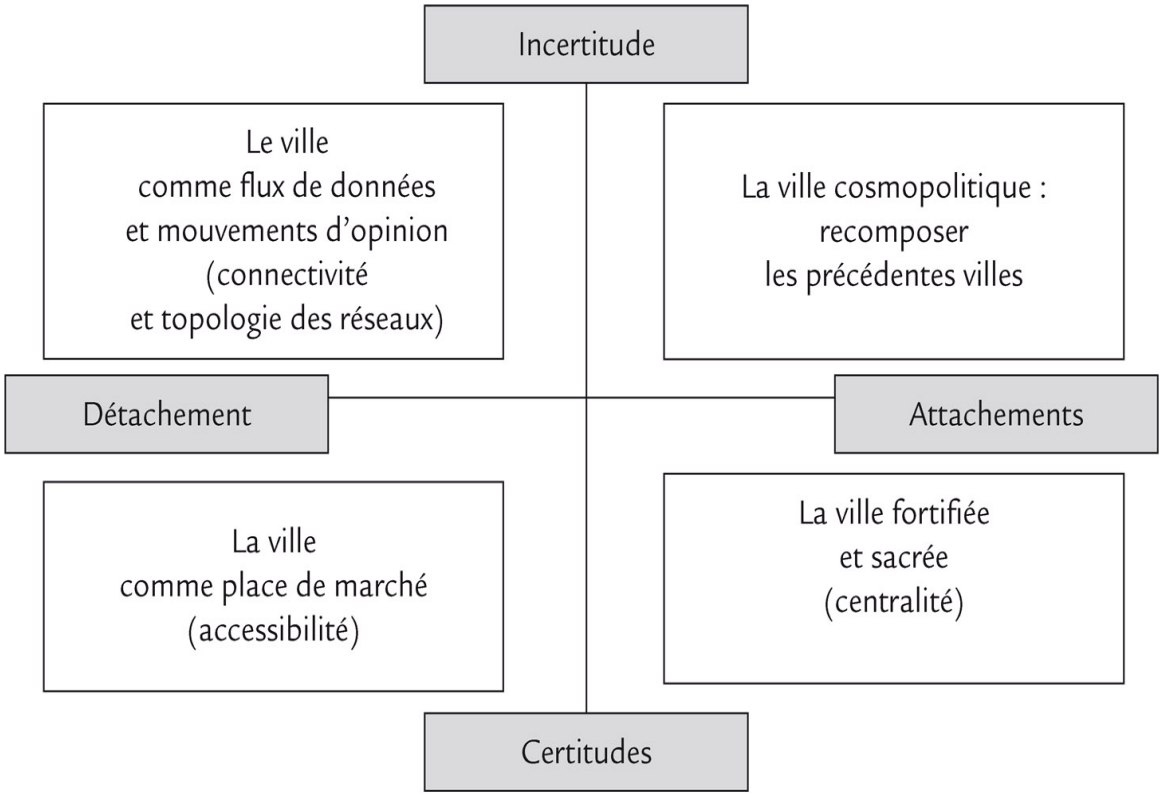
Nous venons de présenter quelques aspects de la numérisation de l'administration qui se rapportent aisément à la ville en tant qu'elle est aussi administration. Nous verrons plus loin comment les enjeux démocratiques sont redessinés par le numérique et la vie urbaine est aussi un lieu essentiel d'exercice de la démocratie. Nous voudrions ici insister sur quelques propriétés urbaines qui constituent la ville, telle qu'Henri Lefebvre [1972] notamment les résumait, à savoir la combinaison spatiale de la centralité et de l'accessibilité.

De façon à ramasser succinctement les concepts qui permettent de repérer les différences entre ces deux propriétés, nous en avons produit une boussole cosmopolitique qui permet de s'orienter dans les choix techniques, urbains et politiques. Elle prend un aspect historique qui ne doit pas être interprété de façon trop évolutionniste car les quatre villes que nous dessinons (au-delà donc des trois villes de Paul Blanquart, 1997) continuent à coexister, puisque les fonctions associées continuent à mettre en forme toute dynamique urbaine.

Les pôles qui organisent la boussole sont constitués à partir de deux approches théoriques complémentaires [Boullier, 2003]. L'axe attachements/détachement provient des travaux de Bruno Latour [1992] dans son anthropologie des modernes. Le terme attachements est délibérément

vague mais permet de comprendre surtout le processus à l'œuvre dans toute la saga moderniste, qui a consisté à émanciper les Occidentaux, puis toute la planète, des attachements dans lesquels les traditions les tenaient asservis : attachements à la nature, aux traditions, aux croyances, etc. Ce mouvement d'émancipation n'a pas de fin et les sciences en général sont le vecteur essentiel de cette capacité de maîtrise sur le monde, instrumentée par la technique devenue toute-puissante. Ce conflit entre ceux qui veulent récupérer ou maintenir leurs attachements et ceux qui veulent continuer un processus d'émancipation permanent est transversal à tous les choix effectués en politique ou dans les techniques mais aussi à toute pratique la plus ordinaire.

Figure 5.2 La boussole cosmopolitique de la ville



La question est cependant plus complexe puisque le progrès vanté par le modernisme pouvait s'appuyer sur un socle de certitudes forgées par les sciences et les techniques notamment, comme substitut aux certitudes proposées par les traditions et les divers dogmes. Désormais pourtant, ainsi qu'Isabelle Stengers [1996] l'a montré, l'incertitude est admise au cœur même des pratiques scientifiques et par extension à tout notre monde.

Certains l’acceptent volontiers et sont prêts à encourager encore cette incertitude pour profiter de toutes les opportunités qu’elle offre, alors que d’autres souhaitent systématiquement la combattre pour revenir à des certitudes, à ancrer leurs décisions ou leurs pratiques dans des références plus stables. Ces débats traversent là encore tous les champs et produisent des positionnements que l’on peut qualifier de politiques dans tous les domaines.

L’enjeu est avant tout la réintroduction du pluralisme des positions, des choix, des pratiques, permettant de redonner droit de cité à toute position, de la plus traditionnelle à la plus relativiste, de façon à comprendre comment les débats et les pratiques sont en tension autour de plusieurs pôles. L’intérêt de cette boussole ne consiste donc pas à forcer la réalité à entrer dans ces cadres mais à s’obliger à explorer un domaine, ici les villes, dans une vision pluraliste et dynamique. De plus, il est indispensable de préciser que cette méthode ne se limite pas à décrire des types mais débouche sur l’examen de chacun des items pour voir comment en son sein d’autres tensions du même type se manifestent. La méthode est ainsi dite « fractale » puisque chaque quadrant peut donner lieu à une nouvelle décomposition en quadrants, et cela sans limite préétablie. Nous nous contenterons cependant ici de présenter une première approche des quatre villes, non successives mais bien coexistantes.

La centralité est sans doute ce qui historiquement a été le plus remarqué car les lieux du pouvoir ont attiré des populations et des activités : les palais, les fortifications permettaient de rendre visibles ce pouvoir et de le distinguer au sein de son territoire. Mais ces lieux étaient aussi sacrés et bâtis de temples car la relation à un au-delà était l’attribut et la source même du pouvoir. La ville fortifiée était aussi sacrée, et se constituait en se séparant du monde ordinaire par des murailles. La tradition s’est ainsi fondée et les villes continuent à la porter, à la valoriser, et à mettre en scène le pouvoir central d’un territoire, même lorsqu’il est devenu plus séculier.

L’accessibilité était déjà présente comme critère d’urbanité dans ces villes fortifiées mais d’une certaine façon écrasée ou secondaire par rapport à la centralité. À la fin du Moyen Âge en Europe mais aussi ailleurs dans le monde, l’accessibilité devient première lorsque les marchands organisent l’espace urbain autour des places de marché, privilégient les villes portuaires ou situées sur les grands axes de circulation pour développer leurs activités. À tel point que ces marchands prennent le pouvoir, créent des villes

autonomes et organisent une centralité concurrente, celle du beffroi face à l'église. L'accessibilité reste encore dominante dans la conception de nos villes, toutes centrées sur les flux quand bien même c'est le statut de hub de l'aéroport qui devient décisif à côté des nœuds autoroutiers, des gares ou encore des grandes expositions qui attirent les foules.

Mais aujourd'hui, ces deux critères doivent tenir compte d'une troisième propriété qui vient précisément des réseaux numériques au point de constituer l'objectif de développement de la plupart d'entre elles. La connectivité technique permet avant tout de faire exister la réputation d'une ville, de mettre en scène son accessibilité et sa centralité et ainsi de les amplifier. La qualité urbaine ne se gagne plus seulement par ses monuments du pouvoir ou sa vie économique intense : elle suppose de générer des ambiances, des attracteurs d'attention sur les réseaux numériques qui deviennent la condition pour attirer les élites mondiales, les publics de toutes sortes et produire des mouvements d'opinion sous forme d'événements par exemple. La ville doit vivre dans les esprits tout autant que dans les flux de marchandises et de personnes. Le numérique en réseaux est actuellement conçu en grande partie à cet effet.

L'apport de John Urry sur cette question de la connectivité est incontestable quand bien même il le désigne sous le terme de mobilités [URRY, 2005]. Bien au-delà de la mobilité urbaine et même des réseaux, Urry étend sa sociologie des mobilités à des « paysages » et à des « flux globaux » qui prolifèrent aussi bien sous forme de flux financiers que d'affiliations communautaires éphémères. Selon lui, ces hybrides humains-non humains obligent les sciences sociales à inventer de nouveaux cadres conceptuels pour penser notamment cet « habiter » qui n'est plus figé dans un temps « glaciaire » mais dans des appartenances éphémères. Rabari et Storper [2013] ont labellisé de façon judicieuse ce processus comme celui d'une « peau numérique » et ont fait un inventaire précis de toutes les remises en cause théoriques que cela introduisait dans les études urbaines. Tout en se posant la question d'une « nouvelle science des villes » associée au *Big Data*, les auteurs soulignaient la nécessité d'un cadrage théorique plus solide et plus « neutre » vis-à-vis des technologies. Nigel Thrift a proposé de désigner cette ville comme « *the sentient city* » [THRIFT, 2014], dans la mesure où la ville, équipée avec les réseaux numériques, devient d'une certaine façon consciente d'elle-même. Mais il ne s'agit pas d'un nouvel agencement d'instincts unifiés mais plutôt d'un agencement désunifié d'« *oustincts* » car

les médiations techniques y tiennent une part prépondérante. La question des enveloppes urbaines et de leur évolution nous paraît prometteuse mais nous tentons ici de produire un cadrage théorique plus empirique que celui de Thrift tout en nous laissant affecter par ce nouveau monde qui vient, de façon moins prudente que ne le font Rabari et Storper.

Chacune des propriétés ainsi listées (centralité, accessibilité, connectivité) se combine différemment selon les villes et selon les époques : nous tentons de saisir une forme de composition organique de l'urbanité qui pourrait être équipée en indicateurs, ce que ne manquent pas de faire les agences de communication qui classent les villes en permanence. Pourtant, cette tendance met inévitablement l'accent sur la ville connectée au sens de prise dans les mouvements d'opinion. Dès lors, elle devient totalement relativiste au sens où les deux autres critères sont tous réinterprétés voire travestis à la lumière de leurs effets en termes de communication. L'image de la centralité et l'image de l'accessibilité deviennent plus importantes que les résultats effectifs car l'incertitude est admise et le détachement vis-à-vis des traditions est total. Or, la composition cosmopolitique que nous proposons en quatrième option devrait permettre au contraire de prendre en compte le pluralisme de ces tendances qui affectent toute ville pour en inventer démocratiquement la formule la plus pertinente pour chaque ville. Nous serions alors en mesure d'ajouter à cette composition des éléments que les traditions avaient su préserver, ces éléments que l'on dit naturels et qui sont actuellement en cours de modification accélérée sous l'effet du changement climatique. Gouverner une ville devient alors gouverner son climat, dans tous les sens du terme, pour continuer à la rendre vivable, en l'insérant dans son cosmos propre.

Cela pourrait sembler directement pris en charge par les modèles de la ville intelligente, « *smart city* », qui deviennent le leitmotiv de toute stratégie urbaine [Picon, 2014]. Or, comme nous le verrons, ce n'est pas le cas car cette vision de maîtrise suprême de la vie urbaine sous tous ces aspects constitue en fait le prolongement la vision moderne de la ville, celle de l'accessibilité, ou de la vision relativiste, celle de la connectivité. Cette ville flexible et fluide, comme doivent l'être toutes les organisations du monde libéral, produit une urbanité en lambeaux dès lors qu'elle prétend tout numériser et faire reposer la vie commune sur la performance des capteurs et des indicateurs.

Reprenons cependant tous les composants numériques de ces différentes propriétés de la ville. En effet, la centralité comme l'accessibilité peuvent être amplifiées par le numérique. Chacun des choix techniques en matière de numérique effectué par le gouvernement d'une ville favorisera dès lors une de ces propriétés, l'important étant de savoir si un équilibre, un sens de la mesure est préservé.

Les techniques numériques de l'accessibilité

Le numérique amplifie toutes les fonctions de la ville et notamment l'accessibilité. Mais il les fait aussi passer à la limite en transformant l'échelle et la matérialité des accès. La ville contemporaine et particulièrement les métropoles doivent concilier des exigences contradictoires en matière d'accessibilité : une mobilité généralisée qui transforme la ville en pur espace de flux dont il ne faudrait jamais entraver la circulation et dans le même temps, une requête permanente de sécurité qui idéalement voudrait déboucher sur un zonage, sur une surveillance et sur des contrôles d'accès qui contrecarrent la fluidité attendue. Le numérique urbain doit modeler des politiques d'accès [Rifkin, 2000] conflictuelles, qui provoquent des débats politiques permanents et d'autant plus insolubles que l'on prétend déléguer aux choix techniques les réponses politiques nécessaires et changeantes.

Ce qui est en jeu dans ces politiques d'accès relève bien du monde commun à fabriquer, d'une politique immunitaire [Sloterdijk, 2005] qui autorise ou interdit la porosité de cette enveloppe commune que constitue le cadre bâti urbain. Chacun des choix techniques numériques dans les villes compose un collectif différent et propose une urbanité numérique différente.

Demande d'accès et demande de contrôle d'accès

La demande de mobilité urbaine est telle que l'engorgement est devenu une expérience ordinaire, comme un signe de la grande ville, de la métropole, comme le prix à payer pour une attractivité recherchée et incontrôlable et pour un zonage qui a fait de la ville moderne un patchwork de fonctions séparées spatialement. Les systèmes d'information numériques sont chargés de tous les espoirs pour récupérer la fluidité que l'excès de demande de mobilité a fait perdre. Ce faisant, on oublie les leçons de sociologie du trafic déjà connues depuis l'école de Chicago. C'est seulement en fermant des voies et donc en diminuant l'offre de circulation que l'on augmente la

fluidité. C’est seulement en réduisant les distances domicile-travail et en réintroduisant la mixité fonctionnelle que l’on réduit la pression des déplacements pendulaires.

Mais ces questions se situent en amont des choix de systèmes d’information numériques qui doivent, eux, se limiter au curatif et à résoudre la quadrature du cercle car les données numériques collectées sont, là comme ailleurs, plus souvent utilisées pour trouver des solutions que pour comprendre et modifier les causes. Rien ne doit empêcher cette commutation accélérée entre mondes sociaux. L’époque où l’on crut que les échanges numériques, entre entreprises par exemple, allaient réduire les déplacements est bien terminée [Claisse, 1983]. Les villes les mieux connectées numériquement sont aussi celles où la demande de déplacement explose, car cet accès permanent à des mondes différents suscite des échanges face-à-face, de services, de marchandises, de personnes et de coordination. Aucune substitution n’est à espérer mais bien au contraire, là aussi, une amplification de la demande de mobilité.

Dès lors, les services et entreprises en charge des déplacements urbains (tous types confondus) sont prêts à tester toutes les technologies disponibles pour filtrer, orienter, dissuader, informer les usagers de la ville.

Les SIG déjà évoqués sont le dispositif de connaissance indispensable mais il faut leur adjoindre des techniques de temps réel qui permettent de suivre le trafic automobile en permanence, de le modéliser et de piloter les adaptations nécessaires de façon toujours plus fine. Le contrôle d’accès qui fait varier les autorisations d’entrée dans certains secteurs ou qui fixe des péages s’appuie ainsi sur des techniques de reconnaissance optique de caractère (OCR) appliquées aux plaques d’immatriculation puis sur toute une chaîne numérique de facturation ou de sanction. Les villes de Londres ou de Singapour sont particulièrement réputées pour ces méthodes. Elles sont nettement plus ciblées sur une traçabilité fine alors que les dispositifs d’information sur le trafic ne travaillent qu’à partir d’agrégats en estimant les temps de parcours. L’information adaptée est supposée encourager les changements de mode ou les changements de parcours pour augmenter la fluidité, ce qui est très performant sur le périphérique parisien, l’une des artères au monde qui optimise au mieux la fluidité. Cependant cette information doit devenir multimodale pour espérer convaincre sans discipliner les usagers de passer aux transports en commun. Des plateformes et des innovations permanentes sont mises en place dans ce domaine de

l’information multimodale. L’investissement de forme [Thévenot, 1986] que cela représente est important car les frontières entre autorités de transports et entre territoires rendent une telle coopération dans l’échange de données très difficile et très long à réaliser.

Des offres de fluidification proviennent désormais directement d’applications de guidage, comme Waze, start-up israélienne rachetée par Google et qui a su construire un modèle rémunéré par des annonceurs publicitaires mais auquel toute la communauté des utilisateurs peut contribuer en suggérant des améliorations de service mais surtout en enrichissant les informations de guidage, sur un mode quasi *open source* alors qu’il s’agit pourtant d’un code propriétaire. Antoine Courmont [2018] a étudié en détail les stratégies de Waze et montre bien comment l’entreprise fait des choix de guidage algorithmique qui peuvent devenir contradictoires avec les plans de déplacements urbains des collectivités locales. La catégorisation des voiries ou l’interdiction de la circulation de transit en raison de la présence d’écoles font partie des attributs de la gestion urbaine classique. Waze s’en moque le plus souvent car l’application ne connaît pas de frontière territoriale ni de limites de compétences. C’est seulement sous la pression des villes, des riverains (dont certains plus experts trompent le système en ralentissant la circulation) que Waze accepte de discuter (au cas par cas) et de réviser ses préférences algorithmiques supposées neutres mais en fait totalement orientées par la performance du trafic automobile au détriment de toute autre considération du bien commun. L’accessibilité est aussi conflictuelle et ce ne sont pas des « solutions » algorithmiques qui favorisent le débat politique et la régulation publique. Mais, comme le montre Courmont, le type de connaissances produites par Waze en captant et agrégeant des traces à grain très fin, non seulement change la nature des politiques de gestion du trafic par la plateforme (car il s’agit de temps passé et non plus de capacité de voiries) mais intéresse aussi les villes. Grâce à sa connaissance fine des comportements des habitants, Google *via* sa filiale Sidewalk, dans son projet de Toronto, prévoit de faire passer les contraintes de flexibilité dans les infrastructures puisque les fonctions d’une même voirie pourront changer d’heure en heure et être prédites. Cette connaissance repose sur la captation massive de données et traces dont les personnes concernées sont peu informées et conduit à des arbitrages entre modes (quelle heure et quelle part de la voirie pour les transports en commun, les vélos, les piétons, les véhicules autonomes, etc.) dont les principes ne sont

jamais fournis. Or, la gestion de l'accessibilité est un arbitrage politique qui n'a rien d'une optimisation calculée mais relève d'une négociation et d'une décision politique qui doit être explicitée pour les citoyens.

La polarisation du débat sur les véhicules autonomes relève de la même opacité. Annoncés comme imminents dès 2015, ils sont encore loin d'être présents, même s'ils circulent un peu dans la *Silicon Valley* et dans certains campus réservés. L'IA qui doit les piloter nécessite par exemple la 5G pour réduire encore les temps de latence pour la réactivité du véhicule. Les arbitrages juridiques sur la prise en charge des risques sont encore à faire mais les assurances et le montant des primes devraient suffire à régler le problème qui enflamme pourtant toutes les tribunes sur ce véhicule symbole parfait du progrès et surtout de sa dépendance de sentier. En effet, une fois qu'on a dit qu'ils seraient alimentés à l'électricité, on pense avoir manifesté toute sa responsabilité écologique. Or, sans parler des coûts de l'électricité et du cycle de vie des produits et des batteries, il serait nécessaire d'engager un vrai débat public, de long terme, sur les types de véhicules autonomes possibles.

Comme le rappelle Jean-Pierre Orfeuil [2017], il existe plusieurs modèles depuis le véhicule propriété privée prolongeant le sentier de la voiture individuelle jusqu'au véhicule partagé ressemblant au transport en commun, tous étant des véhicules autonomes. Or, il existe une grande variété de solutions prenant en compte la location, l'utilisation ponctuelle, l'utilisation partagée de courte durée, les flottes en flux permanent, etc. Toutes ont des avantages et des inconvénients mais selon celle qui s'imposera les formes de la ville future, mobile et connectée, seront radicalement différentes. Car les infrastructures seront affectées comme le montre le projet de Toronto. L'occasion de ne pas répéter les dérives systémiques qu'a produit le choix de l'automobile devrait être saisie et non laissée à la toute-puissance de firmes technologiques et financières à la fois. Les villes, dans cette affaire, apparaissent, selon J.-P. Orfeuil, comme des « nains ». Or, les conséquences des dérégulations forcées par les plateformes numériques pendant les dix dernières années de l'époque barbare se font sentir désormais brutalement (de Uber à Airbnb).

Les arguments commerciaux des « villes intelligentes » vantent la performance de leurs systèmes à base d'intelligence artificielle et de modèles tous plus sophistiqués les uns que les autres. Ils oublient seulement de mentionner que, dans les déplacements urbains comme dans la santé, ce sont

bien les enjeux « d'articulation » [Strauss, 1992] entre services, autorités, métiers et compétences qui sont les plus complexes à traiter, politiquement et non techniquement. Les transports en commun sont eux-mêmes soumis à cette contrainte d'articulation entre modes, entre opérateurs, entre lignes ou entre métiers parfois et le tissu sans couture n'existant pas, les systèmes d'information ne peuvent gérer tous les dysfonctionnements ainsi générés.

L'information voyageur avant son déplacement, pendant et après, s'est considérablement développée, jusqu'à s'individualiser sur les portables, et à fonctionner dans les deux sens, puisque chaque voyageur transmet avec ses cartes d'accès ou son véhicule des informations sur ses habitudes de déplacements. Cependant, de nombreuses contraintes légales empêchent leur exploitation trop fine au niveau individuel et obligent à traiter des agrégats. La fluidité est cependant accrue par des dispositifs de contrôle d'accès sans contact qui se multiplient, par une disponibilité permanente 24 h sur 24 de certaines offres de déplacement comme les vélos, les voitures publiques en location et désormais les trottinettes. Toute la ville s'est ainsi dédoublée en un système de contrôles d'accès pour tous types de déplacement, qui font désormais partie du paysage urbain et de son style local (les barrières d'accès au métro, les stations de bicyclettes, voire les trottinettes abandonnées mais connectées et qui ont aussi leur pendant numérique puisque la traçabilité permet de visualiser toutes ces pratiques [Boullier et Crépel, 2014]). La ville possède ainsi désormais pour toutes ses activités une couche numérique qui ne duplique pas seulement la voirie mais qui la complète et l'amplifie et qui coordonne l'activité multiforme de tous ceux qui contribuent à la maintenance de ces services (comme ce pool de tâcherons nocturnes et invisibles qui rechargent les trottinettes chez eux pour quelques euros).

L'espace surveillé

L'une de ces couches reste visible dans l'espace public et fait partie de l'expérience urbaine ordinaire, celle de la vidéosurveillance. La mutation que cela introduit dans l'espace public, dans son régime politique et dans son ambiance, semble désormais passer inaperçue tant les controverses semblent s'être épuisées face à l'évidence de la nécessité de cet équipement. Il est certain que la visibilité de cette technique de surveillance est pour beaucoup dans l'engouement qu'elle suscite : les citoyens voient que quelque chose a été fait pour la sécurité, les décideurs politiques démontrent qu'ils ont « fait

quelque chose ». Le bilan de ces dispositifs reste contesté comme c'est le cas à Londres, l'une des villes (et l'un des pays) les plus équipés [Mucchielli, 2013]. Il est certes reconnu que cela permet certaines identifications *a posteriori* d'auteurs de crimes ou d'infractions. Mais les caméras ne dissuadent guère si ce n'est en poussant au déplacement des zones de trafic de drogue par exemple et elles ne permettent quasiment jamais de gérer l'intervention d'urgence puisque cela supposerait non seulement d'avoir les capteurs (les caméras) mais aussi les actionneurs (comme dans tout système de sécurité), à savoir des équipes disponibles pour intervenir immédiatement sur place. L'effet de ces alarmes déclenchées sans intervention possible est particulièrement déprimant pour les personnels de sécurité car cela rend visible une quantité d'infractions et d'incivilités qui ne l'étaient pas auparavant [Boullier, 1995].

Face à ces critiques, les réponses techniques sont toujours prêtes : il faut et il suffit d'aller plus loin dans l'identification des personnes *a priori*, c'est-à-dire avant même toute infraction. La reconnaissance faciale est désormais courante dans le métro de Londres et permet d'anticiper la présence de personnes suspectes car déjà signalées dans les fichiers de la police. Elle est même devenue un pilier du système de « crédit social » mis en place en Chine qui traque tous les comportements « asociaux », depuis les incivilités du type laisser tomber un papier jusqu'aux déviances politiques et critiques. Les conséquences en termes de scores de comportement sont importantes, parfois même affichées en public, et se traduisent par des interdictions de voyager, d'accéder au crédit, etc. La réputation, le crédit, sont désormais équipés de trackers urbains que sont les caméras (mais aussi les paiements avec le téléphone dans les commerces avec Alipay ou WeChat Pay par exemple) pour suivre des comportements tout aussi finement que sur les réseaux auparavant. Les réalisateurs de la série *Black Mirror* qui avaient diffusé un épisode (saison 3, épisode 1 : « Nosedive ») à base de *social scoring*, sur les téléphones portables seulement, ont été rattrapés rapidement par la réalité (car les dénonciations font aussi partie du modèle chinois, déjà implémentées avant le numérique, et sont moins puissantes que les scores des membres de son réseau personnel). Les personnels de plusieurs firmes technologiques californiennes ont d'ailleurs demandé à leurs employeurs de ne pas vendre d'intelligence artificielle qui équiperait ce type de services.

Ces technologies requièrent de grandes bases de données, l'une des formes du *Big Data* avec des capacités de calcul importantes en temps réel,

des modèles de reconnaissance de formes qui sont désormais assez fiables sous certaines conditions (éclairage ou angle de vue) et des dispositifs optiques de haute qualité. La combinaison de ces traces avec les cartes est essentielle. Le travail de réduction effectué par les seules cartes du crime (*crime mapping*) a été bien analysé par Boris Beaude [2009]. Bilel Benbouzid [2017, 2018] a analysé en détail l'algorithme de PredPol, la firme qui a équipé de nombreux départements de police américains, pour montrer sa filiation sismologique mais aussi son usage très réducteur à des fins de gestion des patrouilles, alors que le système est vendu comme un outil de prédiction du crime.

Certains ne pourront manquer d'évoquer le panoptique de Bentham (qui devait s'appliquer cependant à des prisonniers) ou *1984* de Orwell où l'on captait l'image jusque dans les domiciles. L'affaire Snowden en 2013, révélant les écoutes généralisées de la NSA américaine, ne traitait pas de ces questions urbaines mais la conscience d'une marche forcée et non dite vers une société de surveillance généralisée a progressé dans le public et les travaux de S. Zuboff [2019] sur le capitalisme de surveillance renforcent cette approche, même si les dimensions urbaines ne sont pas sa priorité. Cependant, en prenant appui sur les expériences de Joseph Paradiso au MIT pour produire un environnement de capteurs « ubiquitaires », elle retrouve une claire filiation dans le système Cisco Kinetic qui connecte les objets dans certaines des 120 « *smart cities* » de la firme [p. 227] ou dans les kiosques de Sidewalk Labs à New York ou leur système de gestion de trafic appelé Flow. Zuboff insiste avant tout sur les capacités de captation de données de comportements urbains situés et sur les revenus publicitaires qui sont déjà considérés comme la base de ces expériences. Surveillance et publicité vont donc de pair et expliquent l'attractivité des villes pour ces firmes non spécialistes du domaine urbain. Cependant, il faut admettre que l'exigence de sécurité a pris une telle place notamment depuis le début des années 2000 que toutes les techniques numériques sont désormais asservies à cet impératif sans que cela suscite de réels rejets. De ce fait, la qualité de l'expérience de l'espace public change imperceptiblement : l'anonymat qui faisait l'attrait des villes et la différence avec la vie rurale, ainsi que Georg Simmel [1999] et l'École de Chicago l'avaient montré, est progressivement en train de disparaître au profit d'une traçabilité généralisée et indolore, semble-t-il. Les contrôles d'accès deviennent ainsi de plus en plus personnels et disposent d'une capacité de mémoire infinie qui finira par

poser des problèmes, n'en doutons pas, dès lors que les propriétés des algorithmes de suivi et de reconnaissance et les instances qui décident des orientations pratiques de cette surveillance au quotidien ne sont guère soumis à des contrôles démocratiques, si ce n'est après coup.

On le voit, le contrôle d'accès et la traçabilité peuvent générer des conflits avec les qualités attendues et historiques de l'espace public urbain. Il est cependant une solution à ce dilemme, celle qui consiste à privatiser l'espace urbain et à le fragmenter en autant de zones privées soustraites aux impératifs du monde commun que l'on connaît en ville. La sécurisation des accès d'un immeuble avec digicode, barrière et caméras, fait partie désormais de la qualité même d'un bien immobilier et fait force d'évidence. Mais ce sont de grandes résidences puis des quartiers entiers qui se retrouvent désormais équipés de murs avec barbelés, de miradors ou de guérites occupées par des personnels de surveillance privés qui surveillent tout l'environnement grâce à des caméras et à des capteurs de mouvement 24 heures sur 24. Los Angeles aussi bien que São Paulo (avec l'exemple type d'Alphaville) ou Istanbul ne semblent désormais vivables que sous ce régime des « *gated communities* ». La dégradation des conditions de sécurité dans ces métropoles justifie pour leurs occupants de s'en retrancher pour se réapproprier leur politique de sécurité, dès lors qu'ils en ont les moyens financiers. Notons cependant qu'au Brésil, des versions quasi populaires de ces « *gated communities* » existent aussi et que certaines favelas font l'objet d'un contrôle des gangs locaux qui assurent une certaine sécurité avec des technologies tout aussi sophistiquées. Parfois, l'offre commerciale de ces communautés comprend une surveillance interne de la vie quotidienne (voir ses enfants dans le parc *via* une caméra de vidéosurveillance), de la domotique, et des services d'interconnaissance du type réseaux sociaux. Les observations empiriques de ces quartiers fermés et télémonitorés [Gonzales *et al*., 2009] montrent que cela suscite surtout encore plus d'anxiété et une demande de surveillance accrue, car, comme nous l'avons dit pour l'espace public, ces techniques rendent visibles quantité de petits incidents qui n'auraient pas attiré l'attention auparavant.

Nous pourrions dire ainsi que dès lors que l'on abandonne la prétention à un règlement politique du vivre ensemble et qu'on le délègue à la technique, la dépossession ne fait que s'étendre et engendre une demande de plus de technique, ainsi qu'Illich [1973] l'avait très bien remarqué. L'accessibilité se transforme ainsi en contrôle d'accès généralisé et

indifférencié qui fait perdre la qualité même de l'accès qui est constitutif de la ville. La tendance est alors vers une féodalisation numérique des espaces urbains que l'on voit déjà émerger dans de nombreuses grandes métropoles dans le monde, où les notions même de service public, d'ordre public ou d'espace public n'ont plus grand sens.

Les techniques de la centralité

Cette féodalisation porte en elle la remise en cause de la centralité, du statut même du pouvoir sur son territoire et de sa représentation. La question de la centralité est donc bien plus qu'une simple politique de communication qui mettrait en scène les faits et gestes des leaders d'une ville. Elle définit le cadre commun « supposé partagé », autour de fictions certes, mais de « fictions vraies » comme tout pouvoir politique, et qui ont des effets de réalité essentiels.

La centralité urbaine doit manifester matériellement, souvent dans le cadre bâti, ce pouvoir qui fait tenir la référence commune, légitime, et qui organise le territoire. Les monuments, mais aussi les cérémonies, les corps spécialisés, les personnalités qui incarnent la ville doivent afficher ce monde commun qu'ils maintiennent dans le même temps. La visibilité semble être l'un des domaines où le numérique peut faire valoir sa capacité d'amplification. N'est-il pas média, réseaux, information, communication avant tout ? C'est en effet ce qu'ont pu croire toutes les institutions qui, lors du développement Web 1.0 à partir de la moitié des années 1990, ont créé leurs sites Web pour être bien sûres d'afficher cette représentation de leur pouvoir, parfois pour donner des informations et offrir des services. Mais la question a évolué de simple ajout à la politique de communication (un support de plus) vers des doutes plus importants concernant la nature de cette manifestation symbolique du pouvoir urbain. Qui parle exactement ? Qui le contrôle vraiment ? Ainsi, des débats sont nés entre représentants de ces autorités qui représentent le même territoire : Bombay doit-il être représenté sur le Web par le Mumbai City Collectorate ou par le Greater Mumbai qui sont l'équivalent d'une commune et d'une agglomération ? La répartition des tâches n'est pas évidente et certains sites obtiendront de meilleurs résultats que d'autres malgré la volonté politique de départ. Car au bout du compte, les moteurs de recherche/réponse – et Google en particulier – finissent par produire une hiérarchie dans leurs résultats qui recomposent toutes les préséances politiques et institutionnelles.

Le moteur de recherche prend le pas sur les institutions légitimes d'autant plus lorsque les résultats affichés dépendent désormais des adresses IP des requérants, ce qui fait disparaître toute universalité indéménageable des autorités centrales. Mais les choix politiques ne s'arrêtent pas là : faut-il afficher l'unité de l'institution avec un seul émetteur ou au contraire en faire un portail où chaque entité aura sa place ? Et depuis le développement du Web 2.0 depuis les années 2000, faut-il jouer un rôle central classique d'autorité, transposé en termes topologiques, vers qui tous les liens pointeront ou doit-on faire une place à la créativité des citoyens, à l'activité réelle de la ville, culturelle, économique, associative pour se transformer en « hub », c'est-à-dire en relais vers tous ceux qui parlent et font la ville sans pour autant en être les « représentants » ? De fait, les élus peinent à imaginer ce dernier rôle, beaucoup plus modeste, et pourtant nettement plus efficace pour faire circuler l'image du territoire [Le Bêchec et Boullier, 2014]. Ce serait en effet accepter que gouverner la ville numérique, c'est avant tout monitorer des sphères d'influence et des zones d'alerte et non plus maîtriser des frontières physiques et géographiques et contrôler ces espaces.

Le style adopté constitue ensuite un affichage important de la nature du lien entretenu avec les citoyens : l'omniprésence du maire, les monuments célèbres jouent la carte traditionnelle de la centralité alors qu'un portail de services pratiques la réduit à une administration techniquement opérationnelle. Pourtant, la ville est tout cela à la fois, sans oublier son activité démocratique qui peut aussi être plus ou moins équipée comme nous le verrons bientôt, avec des réseaux sociaux classiques ou locaux, avec une activité administrée ou plus ouverte, etc.

Comme on le voit, la partie émergée de l'iceberg de la centralité doit jouer son rôle propre et relève de choix politiques qui font sans cesse débat. Elle peut encore être amplifiée par les techniques de mise en scène qui déborde ces réseaux. Car les pistes de couplage entre le cadre bâti et le numérique sont innombrables pour créer des événements qui enchantent la ville et le citadin, qui lui font vivre des expériences et changer son regard sur ses monuments par exemple. La réappropriation de leur histoire par les citoyens est souvent difficile ou trop didactique : lorsque les monuments sont éclairés avec des techniques d'illumination numériques qui racontent une histoire, il est possible de réécrire le passé, de le faire revivre et aussi d'utiliser le cadre bâti monumental pour le réinventer. La Fête des Lumières à Lyon est devenue très célèbre grâce à ces techniques qui changent le statut du

patrimoine, qui n'a plus seulement à être préservé mais qui peut être revivifié, de façon provisoire.

La centralité devient cependant secondaire dans cette logique des événements par rapport à la réputation. Les classements des villes réalisés par la presse ou par des cabinets « indépendants » deviennent un commerce en tant que tel, très critiqué comme tous les *rankings*, auxquels pourtant tout le monde se soumet sous peine de disparition de la compétition. Cette omniprésence de la quête des investisseurs dans les initiatives numériques mais aussi dans tous les événements produits par et dans une métropole est un indice de transformation profonde des critères de gouvernance des villes, qui les éloigne toujours plus de leurs fondations symboliques. Les jeux Olympiques ou les coupes du monde de football ont constitué longtemps un but en eux-mêmes pour les villes soucieuses de promouvoir leur réputation. Et les réseaux sociaux ont été abondamment utilisés pour amplifier cette attractivité. Mais il semble malgré tout que des principes de réalité viennent gâcher ces modèles spéculatifs : les habitants veulent des retours sur investissements pour eux-mêmes, et cela sans nuisances, tandis que les villes se rendent compte qu'elles enrichissent avant tout des organismes internationaux dont la probité a été entachée à plusieurs reprises. La centralité n'est donc pas l'attractivité, ni la réputation ni même la performance économique autour de coups finalement éphémères. Le temps long de la centralité, de même que toute politique urbaine sont brutalement percutés par tous les impératifs court-termistes encapsulés dans les dynamiques de réputation, nécessairement spéculatifs.

Politiques des smart cities

La vraie centralité se jouerait donc ailleurs, dans le « *back-office* » du contrôle, du pilotage et de la surveillance intelligente. Et aucune métropole ne peut désormais éviter d'afficher une politique de « *smart city* », terme lancé par IBM et associé à ses produits mais en même temps approprié par tous et passé dans les « éléments de langage » des discours politiques locaux. Nous n'évoquerons guère ici les villes nouvelles créées de toutes pièces, comme Songdo en Corée, Masdar à Abou Dhabi, ou Neom en Arabie saoudite seulement à l'état de projet. Il leur est aisé en effet d'afficher les meilleures performances environnementales grâce à leurs systèmes d'information intégrés dans chaque élément du cadre bâti. Mais ces approches sont tellement éloignées de l'expérience des vraies villes, qu'il

convient de les traiter plutôt comme des démonstrateurs, souvent politiquement motivés, et dont les habitants parachutés sont les cobayes plus que les citoyens. Ces villes démonstrateurs ne sont pas non plus à confondre avec les déplacements ou créations de capitales qui se sont multipliés dans plusieurs pays (dont Astana au Kazakhstan est le prototype) mais dont les propriétés numériques n'ont souvent rien de particulier.

IBM City : la cité modélisée

Les offres techniques de *smart cities* se multiplient et certaines sont affichées comme à Rio pour IBM ou à Singapour par l'État singapourien lui-même ou encore les réalisations de Cisco dans la banlieue de Copenhague ou celle de Bouygues et EDF à Dijon. S'il fallait désenchanter un tel terme, il suffirait de dire que les systèmes de ville intelligente sont de super ERP (que nous avons analysés avec les enjeux organisationnels) qui prétendent ne laisser au hasard aucune des fonctions de la ville contemporaine. Il ne faut pas cependant sous-estimer la puissance de calcul et de modélisation qui est ainsi mise à disposition des villes et les effets spectaculaires qu'elle peut avoir sur l'image de centralité du pouvoir local. En effet, le « *front office* », ce qui s'affiche, ce sont avant tout des écrans de surveillance d'activités diverses suivies en temps réel, depuis les urgences des pompiers jusqu'à la consommation d'énergie, les aléas climatiques anticipés ou les prévisions de trafic et leur réalisation.

Tout cela est présenté sur des écrans et sur des tableaux de bord qui provoquent chez un élu ou un responsable administratif un effet fascinant de toute puissance ou tout au moins de contrôle, qui met en scène le centre. Car tous ces services étaient souvent déjà pilotés par des organismes dispersés selon leurs propres logiques institutionnelles. Les villes intelligentes produisent avant tout des effets symboliques de centralité, en standardisant les affichages et les indicateurs, en produisant de l'information « temps réel », qui suppose que les décisions sont aussi « temps réel ». La séduction est d'autant plus forte qu'il est extrêmement difficile d'aller contester les principes, les catégories, les modèles qui sont encapsulés dans le code de ces logiciels intégrés.

La centralité affichée des autorités légitimes glisse vite vers la centralité effective d'une magistrature technique voire d'une tutelle exercée par les experts et les systèmes des compagnies spécialisées (plutôt orientée infrastructure pour Cisco ou ZTE et plutôt orientée données pour IBM et

SAP). Tous ces modèles sont en effet à base d'ingénierie des connaissances, soit un niveau nettement plus élevé de formalisation que le traitement de signaux par un capteur. Et pourtant, c'est la qualité de toute cette chaîne qui rend pertinentes ou non les catégories d'information, les classifications des événements, les alertes, puisque beaucoup de ces systèmes prétendent aider à gérer « en temps réel » des situations d'urgence notamment. Les modèles de « *smart cities* » sont tous constitués depuis une modélisation *top-down*, parfois directement importée par les prestataires qui obligent les villes à se réorganiser (comme pour tous les ERP) et parfois customisés en fonction de l'organisation spécifique d'une ville donnée. Or, la ville réelle n'est pas réductible à un modèle, les capteurs ne peuvent quadriller tout le territoire, les principes d'action sont discutables mais rarement discutés car considérés comme des contraintes techniques. Le *Machine Learning* devrait permettre d'apprendre de ces événements locaux et de procéder sur un mode *bottom-up*.

En réalité, l'absence de réflexion sur les conditions organisationnelles de la collecte des données, l'absence d'implication des citoyens ou des experts locaux dans l'élaboration même des systèmes ne font pas illusion sur les limites de ces modèles de *smart cities*. Plus généralement, les firmes technologiques se sont rendu compte que les systèmes urbains étaient très complexes à gérer ou même à accéder, tant les métiers et les parties prenantes sont nombreux. Comme l'a montré Antoine Courmont [2018], désormais, elles ont tendance à s'associer aux « firmes urbaines » classiques, comme Veolia, selon l'expression de Dominique Lorrain, pour monter ces projets. Dans le même temps, la version globale et systémique des *smart cities* tend à se sectoriser à nouveau car, par exemple, les modes de traitement des signaux de pollution de l'air et ceux de la gestion de foules lors d'un événement ne sont guère similaires. Ainsi IBM, qui fut pourtant la firme qui a informatisé toutes les administrations locales dans la seconde moitié du xxe siècle, reconnaît qu'il lui faut une expertise urbaine plus fine et se contente de développer un *smart grid* pour la gestion d'énergie à Malte ou s'associe à Veolia à Nice.

Google City : la cité corrélée

Cependant, une deuxième version numérique des *smart cities* a émergé qui agrège les données, non plus à partir de modèles mais en les croisant et en testant toutes les corrélations. Cette combinaison de traces hétérogènes

suppose de grandes séries de données pour exploiter le volume, la variété et la vélocité qui permettent les calculs de corrélation du *Big Data*. Cela peut s'appliquer à l'*Open Data*, ce mouvement général des pouvoirs publics, notamment locaux, vers la mise à disposition des données produites par les services. Mais toute autre source (des géolocalisations, des requêtes Google, etc.) peut faire partie des sources combinables potentiellement. Nous pouvons l'appeler sans état d'âme « Google City » puisque Doctoroff, adjoint de Bloomberg, maire de New York, avait forgé ce nom en 2015.

Ces approches sont beaucoup moins formatées et beaucoup moins modélisées *a priori* mais riches par la traçabilité généralisée qu'elles permettent. Traçabilité des personnes et de leurs activités, professionnelles ou personnelles, mais aussi traçabilité des objets et de leurs interactions, comme celles que nous laissons les uns et les autres à travers nos téléphones portables. Google est une des entreprises les mieux préparées pour capter toutes ces traces et grâce à sa puissance de calcul, elle finit par trouver des régularités, des *trends*, qui permettent de pousser de l'information adaptée au comportement ou aux décisions individuels. Car là aussi, l'impératif premier est l'action et non la réflexivité, que ce soit au niveau du gouvernement des villes, des marques ou des consommateurs-citoyens. Google s'appuie, sans surprise, sur un dispositif clé, les Google Maps qui permettent de remettre des référents conventionnels (la géolocalisation) et systématiques dans des sets de données hétérogènes. Mais des plateformes moins systémiques que Google peuvent, dans leur domaine propre, devenir des acteurs de fait des politiques urbaines comme nous l'avons vu avec Waze ou encore avec Uber ou Airbnb. Toutes ces plateformes ont l'énorme avantage de ne pas gérer d'infrasructures alors que les firmes IT du modèle IBM City le font toutes de même que les services publics urbains. Il est donc souvent vain de comparer la flexibilité et la réactivité de ces plateformes aux supposées lenteurs des services urbains classiques puisqu'en fait elles délèguent toutes les contraintes du long terme et de la maintenace aux autres. Antoine Courmont note bien comment les contrantes de régulation reviennent en force cependant et comment les plateformes adoptent des politiques à la fois moins « barbares » mais aussi plus spécifiques aux cultures locales. Ainsi « Uber propose en Inde une gamme de services non présents dans les villes occidentales, qu'il s'agisse de déplacements en moto (Uber Moto), en tuk-tuk (Uber Auto), interurbains (Uber Intercity) ou encore multi-stops (Uber Hire) » [Courmont, 2018, p. 17].

Wikicity : la cité composée

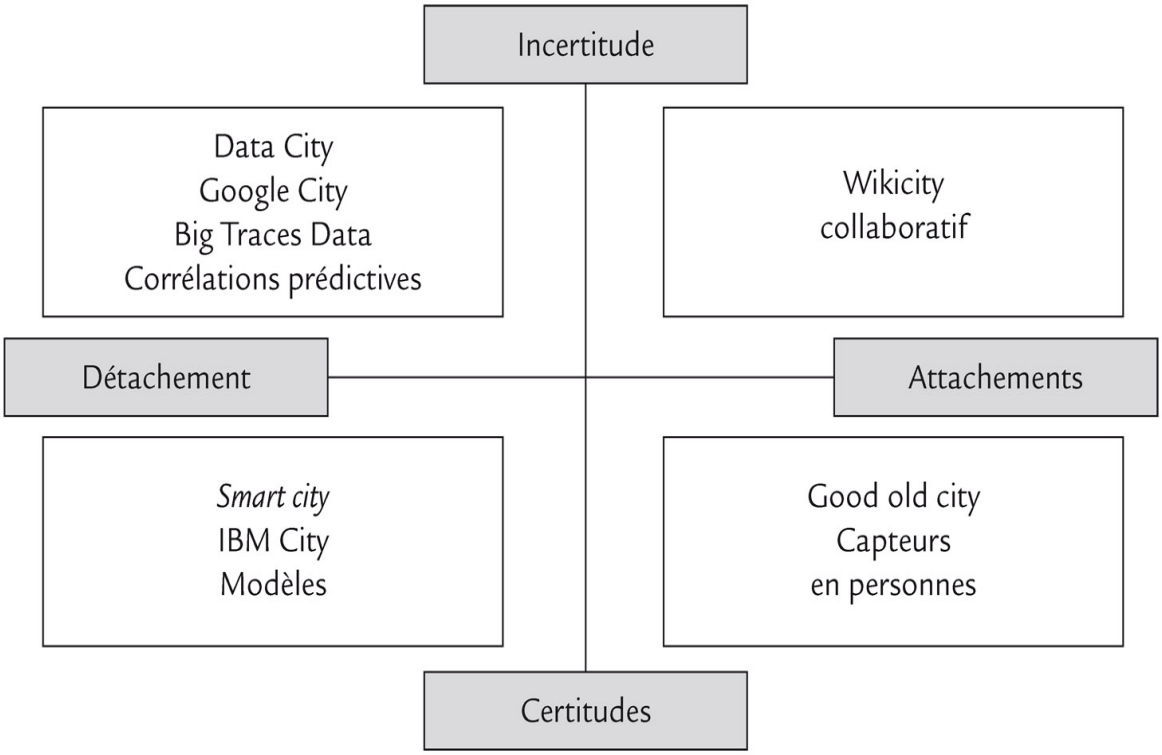
Cependant, une autre politique des *smart cities* est encore possible, celle de la « ville contributive », de l'intelligence distribuée que l'on peut appeler « Wikicity ». À la différence d'IBM City, cette approche ne repose pas sur des modèles préconstruits qui réduiraient les comportements supposés à quelques archétypes, car elle est au contraire capable de profiter des contributions de tous les citoyens. Ces citoyens ne sont pas seulement des capteurs ou des sources de traces comme dans le cas de Google City, mais ce sont des acteurs qui contribuent, qui produisent des éléments d'urbanité, pour se co-ordonner, pour produire une co-veillance. Dans cette posture plus cosmopolitique, le citoyen n'est pas en surplomb comme dans les modélisations, il n'est pas un atome semblable aux autres comme dans les traces, il capitalise le fait d'avoir une expérience depuis l'intérieur de la ville. Le citoyen habitant peut ainsi faire du *reporting* en rendant compte par exemple des incidents qu'il observe (un trou dans la chaussée, un lampadaire qui ne marche pas, etc.) comme c'est le cas avec les « *complaining apps* » comme SeeClickFix ou encore Citizens Connect à Boston.

Toutes ces contributions, même modestes, ont une valeur et alimentent un système d'information distribué, qui peut devenir coopératif, dès lors que des services collectifs sont inventés. Toutes ces applications laissent une place au débat, à travers des forums sur des sujets mineurs ou sur des projets. Le numérique amplifie ce potentiel, notamment pour les débats sur les projets comme nous allons le voir. L'intelligence des villes peut alors se conjuguer avec le souci démocratique qui n'est pas réellement la préoccupation d'IBM City ni celle de Google City. On peut même développer désormais des approches dites de coopérativisme de plateforme qui constitue de vraies alternatives, performantes et fondées sur les communs. Tout cela suppose nécessairement de s'appuyer sur des logiciels sous licence libre, comme le préconise la campagne « *Public Money Public Code* ». Or, encore trop souvent cette dimension du choix des logiciels n'est pas considérée dans les collectivités comme un choix politique, ce qui permet de faire survivre des positions dominantes abusives.

Les architectures techniques des systèmes d'information urbains que nous présentons sous forme de boussole redeviennent ainsi des objets politiques, des objets de débats et de conflits et non cette course fatale et enivrante vers le progrès confié toujours plus aux algorithmes. Les choix de villes comme tous les choix administratifs que nous avons présentés deviennent socio-

politiques à condition de reprendre la main sur le « design » technique de ces solutions. La sociologie, en décrivant tous les possibles et en relevant précisément les termes des choix techniques, contribue à raviver le débat démocratique pour éviter les sub-politiques urbaines qui s'imposent *via* les grandes firmes du numérique. Notre boussole veut y contribuer. Nicolas Douay [2018] a d'ailleurs repris et complété notre approche.

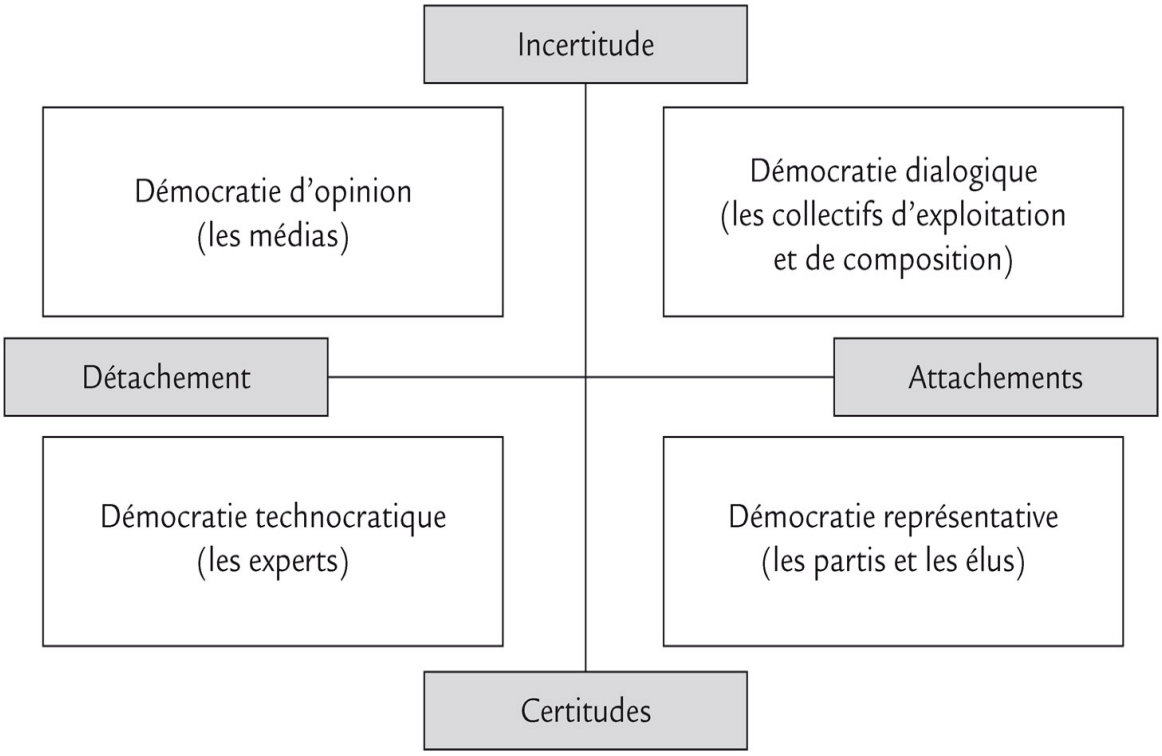
Figure 5.3 La boussole cosmopolitique des *smart cities*



Le numérique amplifie tous les formats de la démocratie

Il est certes restrictif de se focaliser sur les transformations numériques de la *démocratie* lorsque tant de régimes autoritaires ou dictatoriaux font un usage tout aussi intensif du numérique. Les expériences chinoises ou iraniennes ont largement montré les investissements massifs de ces régimes dans la surveillance généralisée. Mais les révélations de Snowden en 2013 sur les écoutes de la NSA ont mis en lumière à quel point la surveillance était une des dimensions préférées du numérique pour tous les régimes, y compris démocratiques.

Figure 5.4 La boussole cosmopolitique des formats de la démocratie



Ces enjeux puissants peuvent faire oublier la diversité des formats de la démocratie qui peuvent être équipés et amplifiés par le numérique et comment les choix politiques et les investissements faits peuvent modifier tout un équilibre des pouvoirs. Nous parlons de formats de la démocratie

pour souligner à quel point tout régime politique repose aussi sur des matérialités, des dispositifs au sens de Foucault, matérialités associées à des énoncés. Nous pouvons présenter les 4 formats de la démocratie qui coexistent actuellement sous forme d'une boussole pour en montrer à la fois la complémentarité et la conflictualité, car chacun des choix effectués en matière d'architecture numérique notamment tendra à privilégier l'un ou l'autre des formats.

Ainsi, la démocratie représentative, sans l'installation matérielle qui permet le vote, n'a plus guère de sens et cela mobilise une quantité impressionnante de médiations. Toute substitution ou augmentation par du numérique entraîne à chaque fois un retour sur les principes mêmes de l'organisation qu'on avait fini par considérer comme allant de soi. Et cela s'applique aux formes plurielles de la démocratie que sont la démocratie représentative, la démocratie technocratique, la démocratie d'opinion ou encore la démocratie dialogique. Ces expressions sont courantes pour certaines et font l'objet de dénonciations ou de débats lorsqu'on déplore la dégénérescence de la démocratie représentative en démocratie d'opinion, accaparée par les médias.

Nous éviterons d'entrer dans ces postures critiques pour constater le poids de la démocratie d'opinion et voir en quoi le numérique l'amplifie tout autant que la démocratie représentative. Mais d'autres formulations peuvent paraître étranges voire contre-intuitives, tant nos catégories portent en elles un potentiel normatif omniprésent. Ainsi, il est d'usage de dénoncer le pouvoir abusif de la technocratie dans la prise de décisions en régime démocratique mais il n'est guère admis de considérer le rôle joué par les experts comme une composante essentielle et permanente de toutes les démocraties modernes.

Enfin, la démocratie dialogique, reprenant le terme de Callon, Lascoumes et Barthe [2001], semble plus occuper le statut du vœu pieux ou de l'utopie savante et se trouve souvent disqualifiée pour ces raisons : or, d'innombrables procédures sont mises en place pour tirer la démocratie dans ce sens et une multitude de controverses irrigue le débat public et montre à l'envi que la démocratie comporte une dimension dialogique à réinventer sans cesse et qu'elle peut dès lors être elle aussi amplifiée par le numérique.

La démocratie représentative numérisée

Le numérique peut équiper et amplifier la démocratie représentative la plus classique et la plus ancienne sans devoir être relégué dans une niche alternative sous prétexte que toute innovation doit aussi apporter avec elle l'utopie d'un nouveau régime.

Toute démocratie représentative s'appuie sur une procédure très précisément définie pour désigner ses représentants. L'histoire des innovations en matière de procédures est déjà très longue de même que leur variété selon les sociétés mais le vote reste un dispositif clé. Il a fait l'objet d'un long travail de design, pour arriver à ces scrutins équipés d'urnes, de bulletins de vote à choisir ou de cartes à cocher, d'isoloirs, de listes d'émargement, etc. On sous-estime ainsi l'enjeu qu'a représenté en France le passage à l'isoloir qui n'était pas immédiatement donné comme allant de soi avec une procédure de vote. Chacun se souvient en revanche de l'élection présidentielle américaine de 2000 qui vit la victoire de George W. Bush sur Al Gore pour quelques voix dans certaines circonscriptions de Floride notamment : les machines à perforer les cartes s'étaient révélées défectueuses et le monde entier s'était étonné qu'une telle technologie analogique aussi peu fiable puisse encore être utilisée aux États-Unis. Dès lors, il est aisé de comprendre que le passage au numérique de la procédure de vote constitue à la fois une tentation et une peur, qui explique la controverse permanente dont sont entourées les machines à voter (*Electronic Voting Machines*, EVM). Cependant, elles sont déjà utilisées massivement au Brésil et en partie en Inde, ainsi qu'en France à Issy-les-Moulineaux ou à Brest par exemple pour certains scrutins. L'apparition du numérique présente au moins cet avantage de restituer la visibilité du montage technique de la démocratie et de ses procédures ainsi que l'importance de chacun des maillons qui les constituent. Tous les maillons de la chaîne de transfert des intentions ont une importance et chaque mode de transcription doit être reconsidéré à chaque fois. À ce sujet, on lira le numéro de la revue *Le Genre humain* sur la démocratie dématérialisée, et notamment l'article de Favier [2011].

Mais l'enjeu essentiel tient dans la confiance que ces dispositifs peuvent provoquer ou non, dans la mesure où le vote n'est pas seulement affaire d'efficacité et d'exactitude mais de perception et d'acceptation de cette mesure. Le vote doit « *accurately determine the winner and adequately convince the loser* », de façon à ce qu'il opère une pacification du conflit politique. C'est pourquoi le vote électronique avec les machines à voter doit

être distingué par exemple du vote en ligne, qui pose d'autres problèmes techniques et politiques. Tout vote doit assurer à la fois :

– l'anonymat (du vote) ;

– l'identification (du votant) ;

– mais aussi la vérification (des scores après agrégation).

Or, sur tous ces points, des critiques sont régulièrement adressées aux machines à voter et bien plus encore au vote en ligne (où le statut du votant n'est plus garanti par une observation visuelle *in presentia* des personnes). Koubi [2014] recense les débats parlementaires à l'international sur ces questions. La critique est parfois même opérationnelle puisque des défis sont lancés pour hacker certains systèmes électroniques de vote comme aux États-Unis ou en Allemagne en 2017. On observe alors des compromis étonnants tels que le bulletin papier qui est édité par la machine à voter et compté par scan optique. Ce qui permet un recomptage manuel dans les formes traditionnelles. Car le vote par machine ne peut être contrôlé ni recalculé sous peine d'infraction à la règle de l'anonymat. Cette combinaison *low-tech/high-tech* n'est qu'un exemple de composition politique entre architectures pour limiter la captivité technique [Illich, 1973]. Car les seules qui puissent vérifier et justifier leurs calculs sont les sociétés (privées) qui ont conçu les algorithmes et qui collectent les données et qui par définition doivent le faire de façon totalement secrète, alors même qu'elles peuvent être suspectées d'accéder aux résultats des votes voire à la trace de chaque vote. L'abandon de souveraineté n'est pas tant vis-à-vis des machines que des entreprises qui contrôlent les techniques et la question classique revient alors : qui peut contrôler le code et les contrôleurs ?

Bruce Schneier [2012][1], spécialiste de cryptographie, est particulièrement éclairant sur tous ces enjeux, qui demandent une délibération technico-politique approfondie, loin de tous les *a priori* technophiles comme de toutes les hantises technophobes. Or, il n'existe quasiment pas d'espace politique pour traiter en profondeur cette politique des algorithmes qui pourraient équiper la démocratie représentative au cœur même de son dispositif clé.

L'utopie ultime repose sur ce passage à la limite du vote à distance permanent sur tout sujet dès lors que la sécurité et la connexion seraient garanties à tous. Mais les expériences de vote en ligne réalisées jusqu'ici font toujours état de problèmes, voire de manipulations qui ne permettent pas d'établir la confiance réellement.

Ainsi, le vote en ligne est appliqué couramment dans le domaine syndical ou professionnel et testé par le District of Columbia, qui s'est trouvé hacké. Le plantage du vote en ligne au sein de l'éducation nationale en France en octobre 2011 reste encore un souvenir douloureux, de même que de nombreux votes en ligne au sein des partis politiques. Il faut noter cependant que discrètement, les instituts de sondage ont fait basculer leurs protocoles vers des contacts en ligne, alors qu'ils utilisaient jusqu'ici les numéros de téléphone lors des procédures les plus rapides. Ce simple passage vers un questionnaire en ligne sur Internet n'est pourtant pas anodin et doit être contrôlé précisément : il nécessite de fait d'autres procédures de redressement qui restent opaques pour les citoyens ordinaires.

Mais le vote est précédé d'une campagne électorale qui rythme toute démocratie représentative. L'utilisation des réseaux numériques a constitué l'un des événements majeurs de la campagne de Barack Obama en 2008 [Cardon, 2010], campagne qui servit de modèle ensuite dans de nombreux pays. Il convient cependant de rappeler sur quoi portait réellement l'innovation stratégique et technique. La condition préalable demeure sans aucun doute la qualité du candidat qui, du point de vue de ses talents d'orateur, avait tout pour satisfaire l'opinion, qui fait ici irruption dans le processus de représentation de façon très marquée depuis les années 1960 et la télévision de masse. Plusieurs maillons de la campagne électorale ont été amplifiés par le recours aux outils numériques et aucune technique ne s'est substituée à des pratiques traditionnelles, c'est là un point important à rappeler. Ainsi les fichiers des contacts sont désormais traités en bases de données, permettant tous les tris, tous les suivis (comme les dons) et la planification précise des campagnes de terrain.

C'est sur ce point que la campagne Obama a été la plus performante, car les contacts pris étaient tous répertoriés immédiatement à partir de terminaux portables et suivis en temps réel : cette vision permanente de l'état d'avancement et des résultats des actions de terrain montre bien que le numérique amplifie une approche « *grassroot* » mais ne la fait pas disparaître. Cela n'empêche pas une action médiatique classique massive, sous forme de vidéos utilisées abondamment, mais désormais relayées par les réseaux sociaux. La dimension virale du processus de constitution de l'opinion est ici particulièrement bien outillée. Elle permet de plus d'encourager l'action de tous les sympathisants, sous forme d'une rediffusion à son réseau. Mieux encore, les micro-dons financiers ont atteint

des montants inédits grâce à cet effet de contagion et à l'exploitation des fichiers de contacts. Enfin les technologies les plus élémentaires comme les SMS ont aussi été massivement utilisées (2,9 millions pour l'annonce de la nomination de Biden comme vice-président) car elles correspondent parfaitement à cette mise en alerte permanente individualisée.

Mais la mise en avant de cette campagne a pu laisser croire que les médias classiques avaient été dépassés voire délaissés, ce qui n'est absolument pas le cas, car les investissements dans les publicités télé restent exorbitants aux États-Unis et non négligeables dans tous les pays : les journaux ont effectivement souffert de la concurrence avec les médias en ligne, mais la télévision reste de loin le vecteur de l'information politique de masse (voir les enquêtes régulières du Pew Research Center), relayée désormais par les réseaux sociaux, qui démultiplie son effet ou qui lui fournissent sa matière première (infos des blogs, ou suivi des tweets). Comme nous l'avons déjà indiqué, Yochai Benkler [2006] analyse ces relations comme un « *attention backbone* », une colonne vertébrale de l'attention, qui permet la circulation entre médias de masse et médias en ligne, pour souligner l'absence de coupure entre les deux mondes. Les chaînes d'information permanentes sont de ce point de vue des acteurs décisifs de la transformation de la vie politique.

Or, ces deux dispositifs médiatiques ont dépassé désormais le stade de l'expérimentation qui pouvait être celui de la campagne Obama. La campagne Trump, tout comme celle du *Brexit*, a brisé de façon radicale l'euphorie de cette amplification de la représentation par les réseaux sociaux et par les chaînes de télévision permanentes. Le traumatisme de « la coalition des légitimités », médias dominants, représentants politiques modérés, experts des sondages et intellectuels réputés, fut total, face à cette victoire qui ne pouvait pas exister tant elle était « non rationnelle » selon les critères du sens commun légitime. Les excès de Trump, son mépris des règles, sa méconnaissance des dossiers, sans parler de ses orientations politiques auraient dû suffire à l'éliminer du circuit avant même la fin des primaires républicaines. C'est seulement après un travail d'investigation collective de plusieurs années que sont remontées toutes les ressources mobilisées par Trump, hors des sentiers battus. Les faiblesses des candidats des camps traditionnels et le boulet des expériences de gouvernement précédentes étaient sans doute décisifs, comme ce fut le cas pour la prise de pouvoir « commando » (selon ses propres termes) du candidat Macron en

France. Le dégagisme général pouvait trouver un support d'identification, quand bien même ces candidats, comme l'était Berlusconi à une autre époque, étaient bien installés dans l'élite économique, mais non usés par un marquage politique traditionnel. Pourtant, ce sont les manipulations des réseaux sociaux qui finiront par marquer les esprits au sein d'une recherche effrénée de causes et de justifications. Ainsi Romain Badouard [2017], lorsqu'il fait le constat de ce « désenchantement d'Internet », revient à plusieurs reprises sur ce traumatisme.

Si l'on résume à notre façon toutes les hypothèses qui ont été étudiées, nous pourrions faire la liste suivante en réponse à la question : « la faute au numérique mais lequel ? » 1. Les réseaux sociaux, 2. Les adolescents de Macédoine qui trollent et postent les *fake news*, 3. Les services et/ou *hackers* russes (dont la plus fameuse organisation est l'*Internet Research Agency* de Saint-Pétersbourg), 4. Les sondages trop confiants, 5. Cambridge Analytica 6. Les *bots* (qui influencent les *trends* de Twitter notamment), 7. L'*astroturfing* (achat de *likes* et de retweets), 8. *Breitbart News* et les émissions de la Fox. Une fois cet inventaire dressé, que chacun peut pondérer à volonté, on se rend compte que les réseaux numériques et le *Big Data* qui les accompagne désormais sont devenus un *far west*, où, indépendamment de leur talent ou de leurs positions politiques en phase avec l'électorat, des candidats « venus de nulle part » peuvent renverser la table en sachant mobiliser toutes les ressources de ce que nous appellerons la « démocratie d'opinion » amplifiée en « démocratie spéculative ». En 2019, l'humoriste Zelensky jouant un président dans une série ukrainienne devint même président *IRL* (*in real life*), ce qui est encore plus fort que l'acteur-président Reagan, autre forme de spécularité impressionnante. C'est pourquoi nous reviendrons sur ces techniques dans la partie consacrée à la démocratie d'opinion. Mais comme l'ont fait remarquer Benkler *et al*. [2018], toutes ces amplifications des réseaux et toutes les combinaisons de causes numériques à la victoire de Trump ne suffiront pas à éviter l'analyse politique classique de l'échec des démocrates. Nous dirons que, tout comme il n'y a pas eu de révolution Facebook en Tunisie (voir plus loin), il n'y a pas eu d'« élection *Big Data* » ou d'« élection *fake news* » en 2016 aux États-Unis. Ce qui revient à reprendre la formule « *The revolution that wasn't* » [Schradie, 2019]. Son étude des mouvements sociaux en Caroline du Nord montre même que les réseaux sociaux ont servi plutôt les puissants et les conservateurs.

La démocratie technocratique est numérique

Le rôle des experts a été largement documenté dans nos démocraties modernes socio-techniques. La dépendance importante des gouvernements à chaque échelle vis-à-vis de ces experts a été mise en avant mais on oublie parfois de mentionner à quel point ce pouvoir des experts a été amplifié grâce au numérique. D'une part, ses activités en réseau sont devenues des cas d'études remarquables lorsque la communauté scientifique se transforme en experte qui pèse sur le débat public, comme dans le cas du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) dont les échanges de mails ont été étudiés et même exploités contre eux. D'autre part, le souci de la mesure a gagné un tel espace dans la vie politique, que tout problème doit disposer désormais d'une agence, chargée de la surveillance (sécurités de tous types, alimentation, énergie, air, eau, etc.). Les politiques se déchargent sur les experts qui eux-mêmes dépendent des mesures qui sont, elles, produites par des capteurs placés partout dans notre environnement, sur nos systèmes techniques. Leur puissance est démultipliée dès lors qu'ils sont numériques, connectés en réseau, relevés en temps réel et équipés de logiciels capables de générer des alarmes si nécessaire.

Ces alertes ne sont pas seulement le résultat de seuils que l'on franchit dans certains domaines, notamment environnementaux, elles supposent un travail de modélisation qui permette de définir ces seuils. Les puissances de calcul deviennent essentielles pour équiper les avis d'experts et des batailles font rage sur la détermination de la validité de ces modèles avec des controverses pouvant devenir très techniques et pourtant très populaires (comme dans le cas de la mortalité des abeilles et de l'impact des pesticides).

Toute la chaîne de décision politique dépend ainsi au bout du compte de cette quantification qui s'est étendue bien au-delà des recensements et des registres qu'a analysés Alain Desrosières [1993]. Le monde du chiffre est indispensable à toute politique et à toute décision et le numérique semble avoir rendu calculable tout phénomène sans exception. Ce faisant, certains ont tenté ainsi de se débarrasser de l'enjeu politique de toute la chaîne de quantification mais les débats renaissent souvent pour déconstruire les modèles dès lors que d'autres techniques, d'autres mesures sont disponibles. Ainsi, en matière de sécurité routière, nous avons déjà indiqué les différences de méthodes de calcul de la France et de la Grande-Bretagne et surtout les différences d'engagement des professionnels de terrain. L'expertise semble alors assistée par la même technologie alors que son

système d'action est totalement différent, ce qui transforme par là même la nature de l'expertise et de son ancrage démocratique. L'ouverture des données est sans doute une chance pour étendre ces possibilités de calcul et de débats avec les données chiffrées jusqu'ici conservées par les métiers de l'administration ou pour les experts.

Néanmoins, la promesse de l'*Open Data* peine à se réaliser dès lors qu'elle n'est pas couplée à un travail d'*empowerment* permettant de mobiliser une forme d'expertise distribuée, des compétences nécessaires à la bonne échelle pour qu'une action soit possible et pertinente. Goëta et Mabi [2014] montrent que cet *empowerment* n'est pas aussi simple à réaliser qu'on le dit souvent. Denis [2018], dans l'une de ses études empiriques démontrant le travail invisible d'écriture des données, montre bien que les données brutes de l'*Open Data* n'existent pas et doivent être même brutifiées pour être rendues utilisables par d'autres. Il est en effet nécessaire de rendre explicites les conditions de construction des données fournies et même les conditions d'entraînement des algorithmes qui les utilisent puisqu'ils doivent exploiter des *data sets* toujours spécifiques et rarement directement adaptés au cas étudié [Bourcier et de Filippi, 2018].

La démocratie d'opinion

Le terme n'a pas attendu le numérique pour être lancé, le plus souvent sous forme de critique. Bernard Manin [1995] en a fait, sous le terme de « démocratie du public », la troisième configuration de la démocratie représentative après la démocratie des notables et celle des partis. Les médias de diffusion de masse ont fait exister cette opinion en unifiant des états d'esprit par leurs capacités de diffusion étendue à tout un territoire qui constituait ainsi un marché publicitaire, mais aussi politique, unifié. Les sondages sont devenus populaires en 1936 avec Gallup, dans ce mouvement simultané de mesures de l'audience, de techniques d'échantillonnage et de prévisions électorales [Blondiaux, 1998]. La radio était le média de l'époque, désormais la télévision l'a supplantée en large partie et elle reste considérée comme le média qui formate l'opinion publique. Le principe supérieur commun de « l'opinion » a été défini par Boltanski et Thévenot [1991] comme « ce qui est grand est ce qui est connu ». Cette grandeur-là s'oppose à celle de l'expert, du représentant légal, ou de la tradition par exemple, toutes qualités que les politiques peuvent pourtant aussi revendiquer. Mais dans la démocratie d'opinion, le personnel politique doit assurer sa

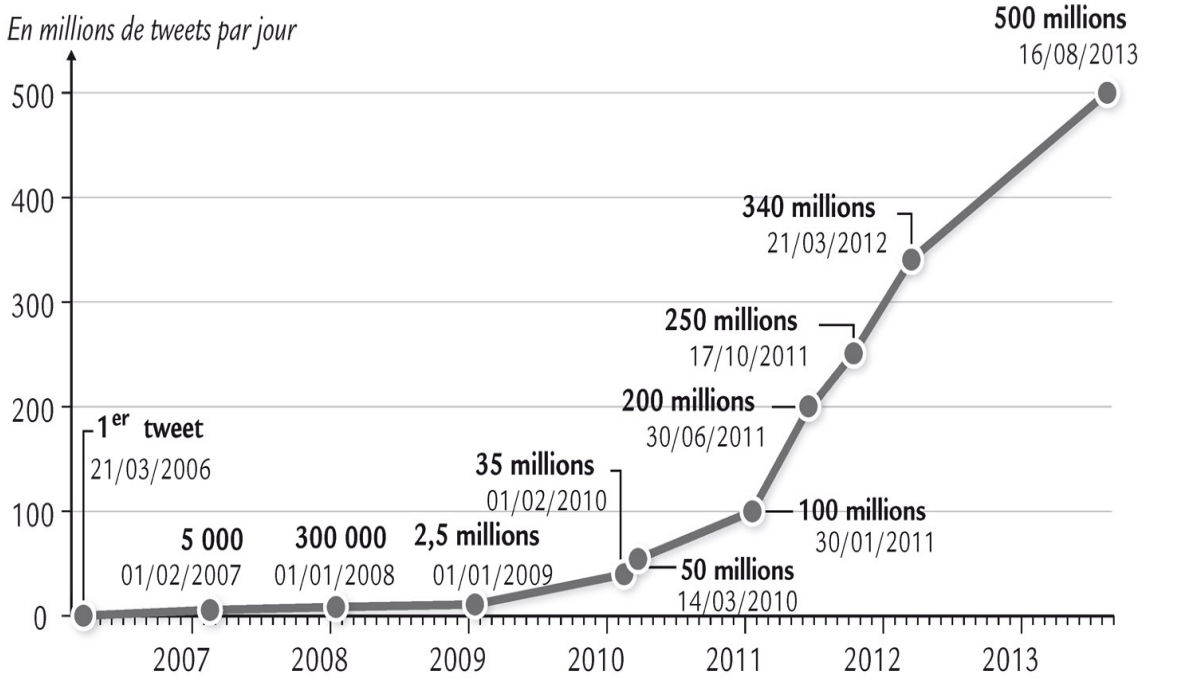
réputation et pour cela les médias sont la seule source de visibilité, et en particulier la télévision, quitte à y apparaître quelques secondes, à condition d'avoir appris à formater son discours pour des formules chocs qui ne dépassent pas les dix secondes.

Le poids de l'opinion dans la légitimité des acteurs politiques a été souvent analysé et souvent dénoncé dans le même temps. Les organisateurs des manifestations syndicales ou politiques ont même appris à les concevoir visuellement, dans les discours et dans les agendas pour être capturés et amplifiés par les médias de masse, pour le 20 heures disait-on à une époque. La « manifestation de papier » étudiée par Patrick Champagne [1990] devait être visible dans les médias pour « faire l'opinion », elle est devenue la manif sur écran, non plus seulement écran de télévision mais aussi d'ordinateur et de portable. Cette dépendance aux caisses de résonance que sont les médias de masse est certes antérieure au numérique. Cependant, le glissement vers les enjeux de réputation a commencé depuis 1990 avec des instituts comme l'Institut de la réputation (Medef) créé en 1994 ou Hilt and Knowlton, spécialiste de la *corporate reputation*. Cette émergence n'est plus dépendante seulement des médias mais aussi de l'enjeu d'information nécessaire aux investisseurs dans l'économie financière : tout élément d'anticipation des risques, tout jeu possible sur les images des marques devient d'une grande valeur pour eux et des métriques de la réputation en viennent même à se créer, sur le modèle des agences d'évaluation financières d'abord puis avec le recours aux outils des réseaux sociaux. La veille est une activité permanente des entreprises et des investisseurs (notamment pour les brevets) car la valorisation des titres repose de plus en plus sur des immatériels (marques et brevets) désormais pris en compte dans les comptes des entreprises. La traçabilité permise par le numérique, l'immédiateté des transmissions à la microseconde près favorisée par les réseaux ont amplifié les effets de ces jeux d'image réciproques, propres à cette économie d'opinion.

La réputation n'est plus seulement un enjeu financier, elle devient désormais un enjeu sensible pour tout acteur le plus ordinaire mais aussi pour les acteurs politiques. Ainsi, l'accès à la publication personnelle à travers les blogs [Allard et Vanderberghe, 2003] puis les réseaux sociaux ont conduit les internautes, et encore plus le personnel politique, à gérer leur audience et leur réputation pour vérifier leur visibilité et imaginer leur influence. Andy Warhol avait formulé cette hypothèse prémonitoire « *In the*

future everyone will be famous for 15 minutes » et c'est en effet ce que chacun recherche par son activité sur les réseaux et en particulier le personnel politique qui y voit une chance de sortir du lot, sur un dossier, sur une compétence ou sur un coup médiatique fait de petites phrases qui circulent de façon virale sur Twitter Twitter (326 millions d'utilisateurs par mois fin 2018, 500 millions de tweets envoyés chaque jour depuis 2013). Certains événements parviennent même à battre des records, comme la réélection du président Obama atteignant un chiffre record de 327 000 tweets en une minute. Dès lors, le scandale n'est pas un risque, il devient parfois un impératif pour émerger, ce qui faisait encore dire à Warhol : « *Don't pay any attention to what they write about you. Just measure it in inches*. » Il avait décidément anticipé la société d'opinion et cela s'applique en plein à la démocratie d'opinion.

Figure 5.5 Évolution du nombre de tweets par jour dans le monde



Source : www.imoddigital.com/category/trending-tuesday

L'extension des principes de l'opinion à la vie politique se traduit par une diffusion des idées faite de slogans et de thèmes récurrents selon leur capacité à générer de la viralité ou non. La promotion des personnalités est gérée comme celle des marques et la pipolisation générale alimentée par une presse spécialisée est elle aussi amplifiée par la réactivité des réseaux sociaux. Des agences de *Social Media Monitoring* se sont spécialisées dans

cette offre de suivi des réseaux sociaux (*social media listening*) qui est aussi offre d'action/réaction en temps réel car la réactivité est la clé de l'existence sur ces médias. Car la mesure, là aussi, devient un indicateur de réputation qui doit déclencher une action (ou qui valide une action). « Ce n'est pas une caméra mais un moteur », disait Donald Mc Kenzie [2006] de la théorie économique qui a permis l'émergence de la finance. De même, les mesures de la réputation déclenchent les réactions et incitent à produire des actions parfois pour le seul effet d'améliorer les scores, mais souvent aussi pour accentuer ou limiter des risques réputationnels ou encore pour légitimer de nouvelles positions d'autorité. Beaucoup de « *followers* » suffit à donner de la réputation, comme le disaient Boltanski et Thévenot dans la grandeur de l'opinion. Deux éléments nous semblent sous-estimés dans toute cette approche par les réseaux sociaux : la dimension spéculative et la dimension réplicative.

La visibilité que donnent les réseaux sociaux n'a plus rien à voir avec celles de la presse et des médias puisque ce ne sont plus des *gatekeepers* qui contrôlent la sélection des informations et la hiérarchie des réputations. La critique virulente contre leur collusion avec les dominants (de tous types) a été amplifiée par les réseaux sociaux, qui ont surtout permis de renvoyer à chacun des offres de sélection d'informations venant de ses proches, avec les risques d'effet de bulle de filtre qui est désormais connu mais plus rarement démontré par comparaison avec les bulles existant auparavant. L'étude Algodiv [2016-2019] a eu le mérite de tenter de bâtir les outils pour mesurer cette diversité, dans la limite du monde façonné par les réseaux sociaux car il n'est plus guère possible de faire une comparaison avant/après. La publication d'un politoscope portant sur la campagne présidentielle française en 2017 a mis en évidence les dynamiques communautaires sur Twitter notamment [Gaumont *et al*., 2017] pour montrer les degrés très différents de prosélytisme et donc de chances d'atteindre des cibles diverses [sur les tactiques de visibilité des minorités sur Twitter, voir notamment Millette et Rocheleau, 2015]. Selon nous, une dimension spéculative est en jeu pour expliquer cet effet de bulle mais aussi les emballements collectifs sur certains sujets. Loin d'être une dynamique d'espace public classique et encore plus loin d'un modèle idéal habermassien de la délibération collective, les publications sur les réseaux sociaux sont soit spéculaires, destinées à ses proches en attente de leur reconnaissance et de réciprocité, soit spéculatives visant à générer des détournements d'attention, dont aucun

effet n’est proprement contrôlable mais qui « fait le buzz » comme on dit. La réputation (positive ou négative) est une économie spéculative et l’espace public a été totalement capté par cette dynamique. Certains aimeraient penser que l’espace public existe encore, même « fragmenté », comme Dominique Cardon le propose [2019]. Il reconnaît pourtant lui-même que les journalistes sont tout autant captifs de ces mesures spéculaires et spéculatives [p. 254] mais il l’appelle encore « logique d’audience », qui est le terme adapté aux médias du temps de l’espace public mesurable en parts de marché. Or, il n’existe plus de marché, plus de « tout » mais une rareté de matière première, l’attention, soumise à toutes les concurrences les plus déloyales, à toutes les prédations et à toutes les mesures selon les plateformes. On ne peut donc plus mesurer ce marché à la mode de l’audience mais tout le monde en est affecté.

La dimension réplicative amplifie encore la destruction de l’espace public, puisqu’elle s’appuie sur les mécanismes de propagation purement réactive que les plateformes ont installés dans leurs systèmes à travers un design de l’attention sophistiqué, visant à garder les membres d’un réseau captifs. La discussion sur les *fake news* est une bonne illustration de la négligence vis-à-vis de la vélocité comme critère fondamental du *Big Data* et de la conversation publique. Le plus souvent, sont mis en cause des auteurs avec des mauvaises intentions (souvent des *hackers* russes, pour résumer) ou encore le rôle de certains influenceurs relayant ces infos, comme certaines plateformes d’*altright* aux États-Unis ou d’information alternative en général, et enfin les effets de structure de réseaux quasi communautaires, renforcés par les effets de groupe notamment, désormais favorisés par Facebook. Mais rien n’est dit sur les propriétés des messages qui circulent et sur leur capacité différentielle à se répliquer dans un environnement pourtant identique. Or, comme nous l’avons vu dans le chapitre sur l’empire des réplications, Vasoughi *et al*. [2018] ont montré que le caractère inédit et choquant des messages, calculé comme score de nouveauté, permettait d’assurer une propagation plus rapide. On peut le comprendre d’autant mieux que tout le design des interfaces favorise cette réactivité et non la rédaction de commentaires élaborés. Les boutons Retweet, Like ou Partage sont des *affordances* pour générer de la viralité, pour produire des réplications en masse. La vitesse de propagation et son étendue sont constitutives du modèle d’affaires de ces plateformes dont l’intervention dans le débat public n’est pas seulement un produit dérivé mais aussi en cela

un produit toxique pourrions-nous dire. Nous parlons à ce sujet de « réchauffement médiatique » [Boullier, 2020], car les effets destructeurs sur l'espace public des particules fines de nos réplications sont tout à fait analogues à ceux des gaz à effet de serre sur le climat. Cette accélération pourrait cependant être combattue en limitant le nombre de mises possibles (un seul *retweet* ou *like* par jour) et la viralité cesserait parce qu'on supprimerait les conditions favorables du milieu qui la permettent. Comme nous l'avons dit pour la finance, la dimension spéculative est intrinsèquement court-termiste, réactive, à visée d'intoxication (*cf.* le *quote stuffing* tout à fait analogue aux nombres de *fake news* lancées) et les capacités réplicatives propres aux messages eux-mêmes combinées au design des interfaces des plateformes font le même travail pour notre climat mental collectif.

Les confusions de l'*opinion mining*

La finesse des méthodes de suivi des conversations, des avis a souvent été vantée et regroupée sous le terme d'« *opinion mining* », agrégeant dans un même ensemble l'analyse des recommandations par étoiles sur des sites de réservation d'hôtel, le traitement linguistique de discussions sur les mérites d'un médicament sur un forum médical, les débats polémiques à coups de *likes* ou de *tweets* sur une mesure du gouvernement et la coordination réalisée sur les réseaux sociaux lors d'un mouvement de contestation de masse. S'il est juste de regrouper toutes ces pratiques sous le règne de l'opinion, à titre de principe supérieur commun, il serait insuffisant d'assimiler l'opinion publique telle qu'elle a été historiquement construite par les instituts de sondage et les enjeux de réputation qui parcourent désormais tous les réseaux sociaux. L'« *opinion mining* » en question porte de façon beaucoup plus restreinte sur la réputation positive, négative ou neutre d'une personnalité, d'une mesure, d'un produit, etc., telle que les méthodes de « *sentiment analysis* » ou « analyse de tonalité » peuvent les faire apparaître [Boullier et Lohard, 2012]. Ces méthodes sont la plupart du temps basées sur des dictionnaires (ex. : *General Inquirer*) et spécialisées par domaine mais ne mobilisent quasiment jamais d'outils linguistiques avancés, notamment pas d'analyseur sémantique robuste, pour la simple raison qu'ils ne fonctionnent que sur des corpus de documents structurés déjà bien analysés.

Cependant, le souci des politiques comme des agences qui leur offrent des services de suivi n'est pas tant l'analyse que la réactivité. Pour cela, il est possible de suivre des messages [comme le fait le *memetracker* de Leskovec et Kleinberg, 2009], des comptes (qui ne doivent pas être confondus avec des personnes cependant) ou encore des communautés (que l'on peut construire à partir de la topologie des liens entre sites ou comptes dans un domaine donné). Un exemple probant de cette dernière méthode est celui fourni par la topologie de la blogosphère politique réalisée par Linkfluence pendant les campagnes présidentielles 2007--2012, après que cette société se soit fait connaître en prédisant la victoire du non au référendum sur le traité constitutionnel européen de 2005, avec la même méthode [Fouetillou, 2008]. Mais la recherche de Kotras [2018] au sein de cette société lui a permis d'observer cette mutation à partir de principes d'échantillonnage sous forme de communautés vers une captation massive des traces, qui ont encore moins de rapport avec les mesures de l'opinion construites par les sondages. Le passage à un nouvel âge de quantification est ainsi bien démontré mais la survivance du terme « opinion » n'aide pas à percevoir la profonde transformation. Julien Boyadjian [2016, 2017] veut croire de son côté qu'il est toujours possible de mobiliser les méthodes d'échantillonnage classique sur Twitter. Il reconstitue à grands frais un panel, nécessairement de taille limitée, dont il peut suivre l'activité sur Twitter et dont il connaît par questionnaire tous les attributs classiques exigés dans les approches par sondage, et notamment sexe, âge, profession et niveau de diplôme. Toutes choses qui ne sont pas toujours pertinentes pour les participants de l'expérience collective qu'est Twitter dans sa dimension spéculative et réplicative. Il s'agit en fait d'ignorer délibérément le phénomène nouveau qu'est Twitter pour le réduire à une source d'information analogue à un sondage. Ce qui peut se comprendre puisque l'objectif est bien d'analyser ce que disent les participants à Twitter (s'ils ne sont pas des bots !) selon leurs attributs socio-démographiques classiques.

La réputation mesurée pour un thème ou une personnalité n'est pourtant pas équivalente à l'opinion construite par les sondages, notamment parce qu'elle ignore toutes ces propriétés socio-démographiques des répondants. Cependant, par les grands nombres et par apprentissage, des corrélations suffisantes pour la réaction peuvent être relevées. Les temps de guerre informationnelle qui sont devenus le quotidien de la sphère numérique justifient ces approximations et l'affichage même de ses résultats. La

réputation numérique ne repose que sur l'effet performatif des dispositifs qui la rendent visibles et lui permettent de se propager.

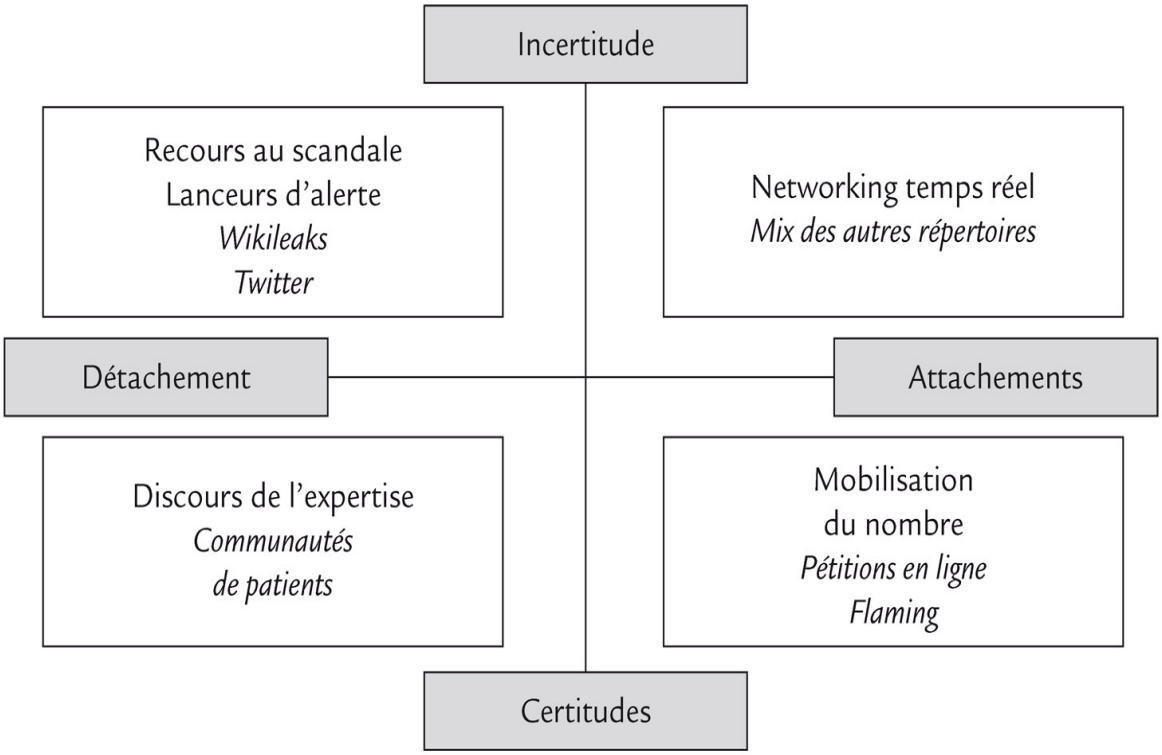
Mais en vertu de l'« *attention backbone* » de Benkler, ces indices de réputation sur les réseaux sociaux et sur le Web en général finissent par influencer les médias qui ne vivent, eux aussi, que de la captation d'audience et veulent donc toujours faire valoir les plus forts attracteurs d'attention (thèmes ou personnalités) : l'« *agenda setting* » [Mc Comb et Show, 1972] en est certes affecté, c'est-à-dire la mise en avant des thèmes de débat incontournables à un moment donné et la sélection du personnel politique aussi, d'autant plus lorsque des primaires tendent à se généraliser, étendues à tous les votants et non plus aux seuls membres d'un parti.

Les mouvements sociaux sont en ligne

Par opposition à cette écume de la réputation et de l'emballement médiatique qui a contaminé tout l'espace public, il est aisé de mettre en avant la vitalité retrouvée des mouvements sociaux, réservoirs d'authenticité et de participation démocratique spontanée. Cette vision critique est souvent présente dans de nombreux travaux qui cherchent alors à repérer comment les dispositifs numériques amplifient la puissance d'action de ces mouvements sociaux. En poursuivant notre méthode à base de boussole, nous pouvons répartir ces travaux dans un cadre pluriel où les types de mouvements sociaux sont rapportés aux « répertoires d'action collective » que Charles Tilly (1984, 2006) a proposés et que Michel Offerlé [2008] a repris pour les mouvements contemporains.

Les répertoires d'action contemporains d'Offerlé distinguent bien les mouvements sociaux qui vont mobiliser le nombre de ceux qui vont mobiliser l'expertise ou encore le scandale. Cette diversité peut être aisément traduite en boussole qui reprend du point de vue des opposants ou des mouvements sociaux l'opposition entre démocratie représentative basée sur le nombre, démocratie technocratique basée sur l'expertise et démocratie d'opinion basée sur l'opinion et les médias. La boussole ci-dessous permet de repérer les dispositifs numériques qui amplifient certains répertoires d'action.

Figure 5.6 La boussole cosmopolitique des répertoires d'action numériques



Le nombre

Si l'on considère que la démocratie représentative repose sur le nombre, sur la mobilisation du nombre pour générer des représentants légitimes, il faut aussi tenir compte des autres possibilités de mobiliser le nombre, utilisées cette fois par les opposants et les mouvements sociaux en général. Les pétitions en ligne ont proliféré et certains sites comme Avaaz se vantent même d'avoir pu faire plier des gouvernements comme celui du Brésil avec plus de 50 millions de membres dans le monde et près de 400 millions d'actions menées depuis janvier 2007. Plus ancien, le *flaming* généré par le public contre un site permet de faire sauter le serveur en l'inondant de demandes. Dans tous les cas, le nombre est alors traduit par une action collective qui peut agréger des actions individuelles élémentaires plus rapidement que toutes les campagnes de l'ère de l'imprimé.

L'activisme sur les réseaux sociaux est désormais bien étudié et le printemps arabe fut parfois trop rapidement étiqueté « révolution Facebook » [Guidère, 2012]. Romain Lecomte [2011] montre ainsi en détail comment la propagation permise par les réseaux sociaux après l'auto-immolation de Mohammed Bouazizi le 17 décembre 2010 ne se met effectivement en branle en volume qu'à partir du départ de Ben Ali le 14 janvier. La contagion

permise par ces réseaux, qui ont gagné parfois une large partie de la population équipée comme en Tunisie, doit cependant se traduire dans la rue, et les mouvements d'occupation immobiles de places (Tarhir, Taksim, Maidan, ou les mouvements Occupy ou Indignados) sont la face physique et urbaine de cette connexion permanente [Boullier, 2013, 2018]. Coordination facilitée par les réseaux numériques pour faire nombre mais sans pour autant que cela se convertisse en espace d'élaboration collective ou de discussion programmatique : les limites de chaque média doivent être encore rappelées pour ne pas projeter des attentes inadaptées. Les études menées durant la grève étudiante au Québec en 2012 [Latzko-Toth *et al.*, 2017] montrent d'ailleurs la diversité des usages de ces réseaux sociaux.

L'expertise

Le discours de l'expertise est une ressource plus récente pour les mouvements sociaux mais elle a pris une ampleur singulière dans des sociétés modernes où la science et la technique sont supposées avoir le dernier mot dans bien des décisions. Il devient pourtant possible techniquement, grâce aux réseaux numériques, de mobiliser les contributions des citoyens les plus ordinaires pour suivre des phénomènes, signaler des affichages abusifs, mais aussi participer à l'inventaire de la faune d'une région avec son portable ou à une encyclopédie botanique [Millerand, Heaton et Proulx, 2012], ou relever des pollutions, des maladies de certaines plantes, ou encore contribuer à la recherche médicale en participant en ligne à des communautés de patients de maladies rares (*cf.* la maladie de Duchenne) ou seulement échanger ses expériences sur des sites désormais célèbres comme Doctissimo. Ces activités coopératives ont été désormais bien étudiées par les chercheurs en sciences sociales [Akrich et Méadel, 2009, 2010], qui s'y intéressent car l'expertise se trouve ainsi distribuée et un statut nouveau est donné au citoyen à travers ce partage des connaissances, parfois techniques et scientifiques de haut niveau. La démocratie dialogique dont nous parlerons plus loin gagne ainsi un élargissement de la prise en compte, une extension du nombre de parties prenantes (*stakeholders*) qui rendent plus vivante la démocratie.

Mais ces cas demeurent cependant limités dans la vague de quantification, le plus souvent au service des experts au sens le plus classique. Comme on le voit, des politiques techniques bien différentes peuvent mobiliser le numérique à des fins parfois opposées.

Le scandale

Enfin, le recours au scandale constitue un des leviers essentiels de la plupart des mouvements sociaux et il fut au déclenchement des deux principales révolutions arabes, en Tunisie et en Égypte [Guidère, 2012] à partir du slogan « Dégage ! » dont la viralité provenait aussi d'un rejet déjà ancien de la corruption des dictateurs et de leurs entourages. La dénonciation constitue le premier devoir de tout mouvement social, dans la mesure où pour atteindre le nombre qui fera rapport de force, il faut d'abord informer et gagner l'opinion publique d'une façon ou d'une autre. Encore faut-il qu'il existe une sphère publique, des médias, une possibilité suffisante d'expression pour que se constitue une opinion publique au sens quasi technique du terme, souvent perceptible seulement par les sondages qui la font désormais exister. Cette troisième dimension des démocraties, la sphère publique, est plus connue, mais elle est aussi souvent la plus visible, elle est celle qui mobilise les esprits. Les pouvoirs en place, démocratiques ou non, sont en permanence menacés par cette force de contagion des esprits [Tarde, 1901] qui caractérise l'opinion. Ils sont parfois prêts à tout pour conserver de façon plus ou moins ouverte un contrôle sur ces médiateurs clés. Dominique Cardon et Fabien Granjon [2013] ont reconstitué la généalogie des mouvements sociaux qui investissent les médias et qui veulent contester ces médiateurs sur leur terrain ou produire leur propre sphère activiste. Cependant, la nécessité de produire des médias alternatifs change de nature lorsque le numérique propose tant de possibilités d'édition en ligne depuis 1995, date d'un mouvement social de grande ampleur en France, suivi par la « bataille de Seattle » (1999) et les forums sociaux mondiaux que les auteurs étudient plus en détail. On retrouve cette force durable de la dénonciation du scandale dans le mouvement des Gilets jaunes de longue durée en France en 2018-2019. La circulation des images lors de manifestations systématiquement retransmises en vidéo *live* par une quantité de médias alternatifs, ou de témoignages sur les violences policières notamment, ou d'expressions choquantes de membres du gouvernement ou du président Macron ou encore la présentation des situations personnelles dramatiques soit dans le film de François Ruffin, dans les médias ou sur les réseaux sociaux, a nourri un ressentiment constant. Cette réplication systématique des « messages scandalisateurs » a largement débordé les réseaux sociaux et a réussi à gagner l'opinion publique mesurée par les sondages pendant tout un temps. Mais cette face émergée de l'iceberg ne doit pas faire oublier tout le travail

de réseau souterrain pour l'élaboration des revendications, qui a supposé de véritables formations accélérées en ligne au droit constitutionnel parfois, dimension de l'expertise qui s'est diffusée de façon inédite. Enfin, le nombre lui-même est resté un critère essentiel par la répétition des manifestations, par leur publication sur les chaînes d'information continue notamment. Les réseaux sociaux ont ici servi à la coordination des actions et à rendre visible un mouvement distribué dans toutes les villes. Cependant, ces analyses nécessiteront des travaux d'enquête souvent *a posteriori*. Lorsque les chercheurs en sciences sociales se sont intéressés à ce mouvement des Gilets jaunes à chaud, ils l'ont fait surtout pour rendre compte de ses propriétés socio-démographiques, question qui taraudait tous les responsables politiques, éditorialistes ou chercheurs qui n'avaient pas vu venir une telle mobilisation. L'étude de l'activité en ligne est aussi devenue plus difficile puisque Facebook, largement utilisé par les Gilets jaunes, a encore renforcé l*a priori*té donnée aux groupes, plus stimulants pour l'engagement, mais entraînant aussi une sélection à l'entrée, souvent assez souple mais bien loin de toute idée d'un espace public.

Malgré la diversité de ces répertoires d'action, on peut considérer que l'exigence participative touche tous les médias, comme on le voit avec la prolifération des commentaires en ligne, mais en particulier les mouvements sociaux qui tentent de renverser les asymétries et les pouvoirs existants dans l'information, à tel point que chaque individu peut se prétendre média avec son blog et qu'il devient dès lors nécessaire de penser des réseaux ou des plateformes fédérant ces expressions sans contraintes dans ce que Cardon et Granjon appellent la critique expressiviste pour la distinguer de la critique anti-hégémonique (qui continue). Cependant, une forme d'expertise technique émerge dans le médiactivisme directement liée à la capacité à hacker des sources d'information comme dans le cas de Wikileaks ou à rechercher des données, à vérifier des faits (*fact-checking*) en tant que « *watchdogs* », pratiques qui ont fini par gagner les médias traditionnels eux-mêmes. La coupure n'est donc pas si nette entre alternatif et médias de masse et le scandale que recherche le mouvement social dans cet activisme médiatique se trouve être aussi le régime dominant de tous les médias désormais, qu'ils soient *pure players* comme Médiapart en France ou non. C'est dire que le répertoire d'action des mouvements sociaux peut aussi épouser les potentiels du numérique les plus dominants tout en leur donnant la puissance d'un public actif et contributeur.

La démocratie dialogique explorée par le numérique

Le terme fut proposé par Callon, Lascoumes et Barthe [2001] et permettait de dépasser les versions expertes des controverses publiques socio-techniques et scientifiques ainsi que les visions participatives souvent de pure forme. L'engagement du public, sous toutes les formes que peuvent choisir les parties prenantes, n'est pas gagné *a priori* et certaines des mobilisations ne sont pas non plus orientées vers le dialogue, vers la recherche de solutions inédites. Dès lors, les procédures importent beaucoup pour garantir à chaque partie prenante (*stakeholder*) sa place, l'écoute de son propos et sa prise en compte de façon à ce que tous les participants d'une controverse acceptent progressivement d'être « affectés » par les autres propositions et de déplacer, ne serait-ce que légèrement, leur point de départ. L'investigation de l'espace des solutions nécessite donc une procédure et des formes de représentation qui n'oublient pas de donner la parole à ceux qui l'ont traditionnellement déléguée, ce qui veut dire reprendre la question de la délégation, au cœur de la démocratie représentative, au point de prendre en compte les êtres qui n'ont pas voix au chapitre sous prétexte qu'il s'agit de non-humains (*cf.* la constitution bolivienne autorisant les rivières à ester en justice).

Dans ces formats nouveaux de procédure, de mémoire et de prise de parole, le numérique en réseaux peut sans aucun doute jouer un rôle. La démocratie dialogique requiert aussi la mobilisation de savoirs experts, de différents types d'expertise, non seulement scientifiques mais aussi ordinaires, mais elle va plus loin car elle emprunte aux scientifiques leurs procédures d'expérimentation qui permettent une réversibilité des décisions. Pour cela, le numérique peut offrir des espaces et des outils d'investigation, de formation, de simulation, de suivi des apports de chaque partie prenante, pour constituer un « collectif apprenant ». Enfin, la démocratie dialogique suppose aussi une forme de publicité, de publication, de notoriété qui ne dépend plus des seuls médias mais assure des espaces de parole, et mieux de contributions à toutes les voix qui veulent se faire entendre. Les outils du numérique qui facilite la visibilité, la coopération peuvent ainsi être exploités.

Ces principes sont explorés depuis longtemps par des chercheurs en sciences politiques et en information et communication (Fourniau, Loiseau, Wojcik, Monnoyer-Smith, Blondiaux) mais les innovations de procédure sont beaucoup plus longues à tester et à stabiliser que les développements

numériques. Ainsi il est aisé en France de mobiliser Second Life lorsque c'était la mode au moment du Grenelle de l'environnement mais les effets réels sur la délibération restent limités : cependant, ces nouveaux dispositifs offerts pour l'expression peuvent à eux seuls modifier les conditions de la participation. Les débats publics, au sens strict de la commission nationale du débat public (CNDP) en France, ont cependant fait l'objet d'études plus précises [par exemple, Revel *et al.*, 2007, et pour une version numérique d'un débat public, Monnoyer-Smith, 2007] de même que les procédures de Technology Assessment au Canada ou aux Pays-Bas [Schot et Rip, 1997]. La revue *Participations* rassemble les contributions francophones les plus pointues sur le sujet et a publié en 2014 un numéro spécial sur la participation politique en ligne. Par ailleurs, une forme de débat public en ligne existe, certes, et peut conduire Benkler *et al.* [2015] à considérer qu'il existe une « *networked public sphere* ». Cependant, ces expressions publiques ne remplissent pas les conditions des délibérations recherchées dans les formats plus construits évoqués. Il fut ainsi noté qu'il était nécessaire d'expliciter les savoirs de référence et pour cela de connecter les parties prenantes au monde savant, avec divers supports de formation, de diffusion des savoirs.

Mais les points clés relèvent plutôt des formats de contribution. Les forums ouverts lors de ces débats doivent en effet accepter des interventions de tous types, depuis des rapports argumentés sur certaines données, jusqu'au poème qui vaut attachement à sa terre par exemple, en passant par des affirmations de pure conviction ou des critiques violentes délibérément polémiques. Blondiaux et Traïni [eds, 2017] mettent l'accent sur le rôle des émotions dans ces formes de participation pour montrer qu'on ne plus faire comme si elles n'étaient pas actives dans des débats que l'on voudrait rationnels. La démocratie dialogique peut-elle apprendre de tous ces formats ? Cette diversité ne finit-elle pas, au nom de la liberté d'expression des uns, par tuer l'envie de contribuer des autres ? Quels sont les formats des médiations à inventer pour faire reconnaître des formes d'argumentation diverses ? Comment le numérique permet-il de suivre en temps réel l'évolution des sources d'information sans se retrouver captifs de cette logique de flux permanents propres à la démocratie d'opinion ? Comment capitaliser, voire restituer au collectif, l'état de la controverse dans laquelle il est engagé et qu'il modifie par ses interventions ?

La démocratie dialogique valorise énormément les phases d'exploration qui permettent aux parties prenantes d'entrer dans le cœur même des débats

techno-scientifiques, phase que Bruno Latour [1999] appelle la perplexité. Mais la réalité des échanges sur le Web est nettement moins irénique car « l'expression » y tient la place prépondérante, en dehors de toute procédure, et au profit du conflit très vif parfois, ce qui tend à placer les parties prenantes en situation d'alerte permanente pour réagir toujours plus vite dans un régime de « *high frequency politics* » qui relève de l'opinion et qui n'aide guère à la démocratie dialogique.

Le numérique amplifie-t-il vraiment tous ces formats ?

Lorsqu'on fait l'inventaire des ressources proposées par le numérique en réseaux à ces différents formats de la démocratie, il ne fait guère de doute que pour l'instant, ce sont les formats qui amplifient la démocratie d'opinion qui ont pris le dessus. Il n'existe pas de fatalité sur ce plan et tout cela peut n'être qu'éphémère et directement lié à la nouveauté du phénomène. Cependant, pour faire avancer la démocratie dialogique notamment, il sera nécessaire de bien choisir ses dispositifs et de les paramétrer en vue de certaines fins. C'est pourquoi l'approche par les « *issues* » préconisée notamment par Noortje Marres [2007] s'avère une tendance de recherche majeure qui peut avoir des conséquences politiques intéressantes. Un nouveau répertoire d'action pourrait ainsi émerger, centré sur des affaires ou des controverses précises, et mobilisant des réseaux *ad hoc* et éphémères, en lieu et place des acteurs identifiés ou des programmes et idées générales (au-delà des idéologies pré définies). Dans le cadre de ces « *issues* », les mouvements sociaux et le collectif qui fait vivre la controverse peuvent mobiliser aussi bien le nombre, l'expertise que le scandale car ils ont su mettre en place un cadre de débat.

Le développement important du milieu médiactiviste a été souvent étudié comme nous l'avons vu avec Cardon et Granjon [2013] mais rarement dans le sens de cette approche par les « *issues* ». Blondeau et Allard [2007] en dressent un tableau très documenté qui montre bien un mouvement de désaffiliation des mouvements sociaux vis-à-vis des formes politiques classiques en trois temps « expérimentation, défection et expressivisme ». Le « médiascape militant » se fait plus fluide et par là augmente son pouvoir de propagation mais en même temps perd en capacité de coordination et de focalisation sur un agenda précis, ce que, selon nous, permettent pourtant les « *issues* », qui ouvriraient une voie intermédiaire non institutionnelle mais

durable dans l'analyse de ces sphères médiatiques militantes. Sont plus souvent mises en avant dans d'autres études les capacités d'investigation indépendantes nouvelles fournies par le numérique et porté par les *hackers* à des fins de dénonciation et de scandale comme nous l'avons indiqué. Wikileaks et Julian Assange en sont devenus les symboles. Le même mouvement s'exprime dans les Anonymous, ou avec les partis pirates de divers pays.

La culture des *hackers* (bien analysée par Coleman [2013] jusque dans ses dimensions éthiques) qui avait commencé dans les locaux du MIT dans les années 1950 pour se poursuivre chez les *gamers* dans les années 1980 [Lévy, 1984] s'est prolongée parfois sous forme de logiques entrepreneuriales rétives à des contrôles capitalistiques (*cf.* la plateforme de blog Wordpress qui équipe pourtant de très grands médias comme le *New York Times*) mais plus souvent à travers des clubs de *hackers* qui ont influencé une large mouvance d'informaticiens et de geeks (*cf.* le Chaos Computer Club allemand et un congrès annuel réputé à Berlin). L'exigence de liberté totale d'expression et de codage sur Internet peut s'appuyer sur tout un réseau issu d'un modèle libertaire qu'on retrouve chez l'EFF (*Electronic Frontier Foundation*) ou encore dans la *Free Software Foundation* de Richard Stallmann qui a milité pour le *free software* (et non pour l'*open source*, trop compromis avec les grands groupes à son goût). Cette conjonction des exigences contemporaines de la démocratie participative étendue et de la culture hacker influencée par les traditions de la contre-culture américaine des années 1960 et 1970 a été notamment étudiée par Fred Turner [2013].

Le mouvement des *Civic Tech*, ces organisations ou start-up qui proposent des solutions techniques pour les activités citoyennes, constitue un indice de l'amplification de la participation permise par le numérique. Certaines plateformes ont gagné une reconnaissance internationale comme l'hispanophone Decidim, qui équipe notamment Madrid mais aussi de nombreuses villes d'Amérique latine, en intégrant dans la plateforme elle-même plusieurs modules pour des niveaux de participation très divers allant jusqu'au budget participatif. On peut aussi mentionner Neighborland, Stadt Nürtringen, Fluicity, EngagingPlan/EngagingApps (Urban Interactive Studio). Les logiciels devraient être en licence libre car cela paraît plus cohérent avec une vision des communs en phase avec la participation comme c'est le cas avec des solutions comme 97Network, CaptainFact, Demodyne, Bluenove, Framaligue, Eurofordocs, Mieux voter, Collectif

Tiriad, Tribute, Voxe (pour son comparateur), 7 Milliards d'Urbanistes. Mais de nombreuses start-up se sont aussi placées sur ce créneau. C'est le cas notamment de Cap Collectif en France qui a la particularité d'être issue du mouvement libriste et d'avoir équipé les deux plateformes de débat « concurrentes » du Grand Débat et du Vrai Débat pendant le mouvement des Gilets jaunes au premier trimestre 2019. Les différences entre les paramétrages d'une même plateforme sont intéressantes puisque l'une permettait de noter les propositions et l'autre non, par exemple. Les degrés de participation, depuis la consultation, l'expression, la votation, l'exploration ou la délibération peuvent en effet être très divers et modulés aisément grâce à la flexibilité des plateformes numériques. IBM vient même de proposer un « *project debater* » à base d'IA dont les performances sont vantées comme remarquables mais on ne sait guère sur quels critères. Car l'essentiel devrait rester dans tous les cas de favoriser *le contradictoire*, souci constant du droit et de la politique que Wikipédia implémente par exemple avec ses discussions et ses historiques, mais que la vision d'optimisation des prophètes du numérique considère comme obsolète. On peut aussi viser des formats de participation nettement plus attractifs et immersifs comme le fait Unlimited Cities, avec des solutions pour un urbanisme collaboratif à base de réalité augmentée. Ces outils peuvent devenir importants pour attirer le public avec le risque que la séduction porte sur la prouesse technique plus que sur l'intérêt de la participation. Pour ces raisons, la qualité du design du processus, comme design organisationnel reste essentielle, au sein duquel plusieurs solutions numériques peuvent être proposées et non une seule.

Le côté obscur de la force du numérique

Notre présentation du numérique sous les différents formats de démocratie peut laisser croire que le débat se limite à ces termes qui tous, à un titre ou à un autre, semblent favoriser la démocratie, même si les critiques pourront considérer que l'opinion ou l'expertise la pervertissent ou que la représentation n'est qu'une confiscation déguisée de la parole du peuple. Mais le numérique permet aussi d'amplifier la puissance d'action des ennemis de la démocratie et il n'existe aucune fatalité à ce que ces technologies soient orientées vers un avenir plus démocratique.

À vrai dire, le discours d'accompagnement qu'a suscité Internet, appuyé sur son architecture distribuée, a souvent laissé croire que le nouvel âge de la démocratie était arrivé grâce à ces seules technologies et ce discours a été largement critiqué à ce titre [Wolton, 1999]. Mais il est aussi contesté dans les faits par la capacité des dictatures de tous bords idéologiques à s'emparer du contrôle des réseaux numériques. La Chine ou l'Iran ont été particulièrement experts dans ce domaine mais toutes les dictatures arabes qui ont subi le printemps arabe avaient mis en place des techniques de surveillance des réseaux sociaux et de coupure à volonté d'Internet. Le coût de tels contrôles semble parfois énorme comme dans le cas du *Great Fire Wall* chinois qui doit employer plusieurs dizaines de milliers de surveillants des sites Web car les blocages automatiques des requêtes sont aisément contournés par les internautes.

Le contrôle politique prend désormais des allures de sécession du Web, puisque les noms de domaine chinois sont séparés de ceux des autres pays depuis 2008. Internet n'est plus désormais mondial mais pourrait à terme se balkaniser encore plus, tant les dictatures craignent la viralité de cette connectivité. Certains réseaux sociaux (YouTube ou Twitter en Turquie en 2013 par exemple) peuvent aussi être provisoirement coupés dans de nombreux autres pays, le temps d'une crise. Le *Shutdown Tracker Optimization Project* lancé par l'ONG *Access Now* recense les coupures du réseau Internet dans le monde : 65 cas en 2016, 108 en 2017 et 188 en 2018. Sur les 371 cas recensés entre 2016 et 2018, l'Asie est majoritaire (310 cas), devant l'Afrique (46 cas), l'Europe (12) et l'Amérique du Sud (3). Au Cameroun, les régions anglophones ont vu leur accès coupé pendant plus de 230 jours entre janvier 2017 et mars 2018. WhatsApp et Viber ont été bloqués par le gouvernement du Burundi en 2015 dans le but de désorganiser la contestation de la prolongation du président pour un troisième mandat [York, 2015]. Twitter a été bloqué au Venezuela en février 2019, tandis que Google, Bing et YouTube sont bloqués pendant la session de l'Assemblée nationale au Venezuela. Mais les mêmes plateformes qui sont surveillées ou interdites peuvent aussi servir de dispositif de suivi des traces des internautes suspects et de ce point de vue, les innovations techniques se vendent très bien.

Mieux même, les démocraties sont aussi devenues expertes dans l'utilisation des réseaux numériques à des fins de surveillance. Les dénonciations étaient fréquentes de la part des hacktivistes depuis des années

quant à l'intrusion systématique dans la vie privée des citoyens de la part des États et de leurs services de renseignements. Mais ces lanceurs d'alerte étaient rarement entendus jusqu'à ce qu'Edward Snowden livre à partir de juin 2013 tous les documents de la NSA qui prouvent l'étendue de l'entreprise de surveillance qui a été installée à l'échelle mondiale par l'agence américaine ainsi que, on s'en doute, par tous les services des pays les plus démocratiques. Les fournisseurs d'accès et les plateformes sont soumis à des réquisitions pour fournir les données et traces personnelles demandées (souvent des métadonnées sur les échanges et non les contenus, mais parfois jusqu'aux contenus des échanges) et il fallut attendre les révélations de Snowden pour que ces entreprises s'en plaignent. En effet, leur propre usage des données personnelles est considéré comme largement invasif et menaçant pour les règles communes de *privacy*. Ces révélations ont confirmé l'altération que font subir des gouvernements et des firmes à Internet, altération sécuritaire et marchande à la fois, ce qui fait dire à Boris Beaude [2014] qu'Internet est clairement menacé dès lors qu'il devient un « panoptique mondial ». Les modèles de la surveillance généralisée qu'avaient décrits Foucault sont souvent convoqués mais la traçabilité étendue à toutes les activités devrait conduire à en affiner l'analyse.

Les techniques du *Big Data* sont mises au service de ces rapprochements, qui ne sont plus focalisés sur des personnes mais sur des réseaux ou des co-occurrences (des appels, des dates, des lieux) qui suffisent à qualifier un citoyen de suspect à son insu pendant des années et sans mandat juridiquement établi. Si les dictatures ont appris à se protéger de la puissance de circulation et de connexion des réseaux numériques, les services de renseignement des démocraties en font au contraire leur miel à l'insu de tous les citoyens. Des architectures de réseaux sont ainsi reformatées pour permettre la surveillance comme l'a admis la NSA qui infiltre les communautés de développeurs, qui exige des firmes qu'elles laissent des *backdoors* dans leurs logiciels ou qui lutte juridiquement contre la puissance de certains logiciels de cryptographie, comme PGP de P. Zimmermann développé en 1991.

L'ampleur de cette mutation est encore à apprécier, notamment sur les comportements des citoyens, qui ne peuvent plus guère faire confiance à quiconque en matière de *privacy*. L'absence d'espace de discussion démocratique sur ces choix est une constante de tous ces systèmes techniques alors même qu'ils conditionnent toute l'activité politique et

citoyenne. C’est pourquoi les enjeux politiques du numérique doivent aussi être étudiés comme des enjeux d’architecture technique et plus largement comme l’objet de régulations qui restent problématiques du point de vue de leur faisabilité politique comme nous allons le voir. De ce point de vue, un saut politique et juridique a été fait par la création du RGPD en Europe, qui fait suite au droit à l’oubli, et que nous allons examiner comme un élément relativement nouveau dans une gouvernance où les firmes et les experts techniques semblaient s’entendre à eux seuls pour instituer le numérique sans le dire mais en le fabriquant avec du code.

Gouvernance du numérique

La gouvernance du numérique ne peut guère être traitée dans les catégories habituelles de la sociologie politique pour deux raisons principales :

– Elle rend visible et d'intérêt public des discussions techniques qui avaient tendance à rester confinées dans les mondes des experts. Malgré les exigences de débat public, une centrale nucléaire ou un tracé de TGV n'affectent pas tous les citoyens en permanence dans leur vie quotidienne tout au moins de façon visible, alors que l'interdiction du téléchargement concerne tout le monde et enflamme les débats sur la toile. Or, les procédures de participation à des débats d'architecture sont soit expérimentales soit inexistantes et la tradition moderne avait construit toute sa puissance de progrès dans cette coupure entre le peuple et la science.

– Elle change souvent selon les enjeux nouveaux que l'innovation fait apparaître. Les débats sur les données personnelles n'auraient guère passionné les foules avant la montée en puissance d'un Facebook par exemple. Doivent alors se combiner des modes de régulation totalement inédits (comme les « *requests for comments* » de l'IETF, nous le verrons) jusque dans les institutions de normalisation technique. L'assemblage *ad hoc* semble la règle et au bout du compte, donne satisfaction jusqu'à un certain point.

C'est pourquoi il n'est pas possible de suivre à la lettre tous les débats techniques et les controverses sur les nouvelles applications ou les nouveaux coups de force de tel régime politique ou encore de telle plateforme sans disposer d'un cadre de lecture socio-politique permettant de les mettre en perspective. L'auteur qui a depuis le début du Web permis de mieux comprendre les enjeux démocratiques des réseaux numériques est certainement Lawrence Lessig [1999, 2004], qui a non seulement proposé un cadre théorique mais aussi alerté sur certaines évolutions, et même contribué à innover juridiquement en créant *Creative Commons*. Nous exploiterons donc son modèle pour comprendre les enjeux de la gouvernance du numérique, tout en veillant à traiter de quatre grands domaines de controverses actuels : la neutralité du net, la question des noms de domaine, les droits de propriété et les données personnelles. Enfin, nous reprendrons

les travaux qui cherchent à comprendre les spécificités de cette gouvernance d'Internet à travers ses instances si nombreuses et si étranges.

Le modèle pluraliste de Lessig

La phrase fétiche de Lawrence Lessig est « *code is law* » et elle constitue un bon résumé pour guider tout l'enjeu de la gouvernance. En affirmant, cela, Lessig ne prétend pas confondre les domaines de la technique et du droit, au contraire, il cherche avant tout à comprendre comment ils s'interpénètrent et s'influencent. Le code informatique peut être conçu comme tout algorithme mais c'est l'architecture que ces algorithmes dessinent qui constitue le basculement vers un design socio-politique au-delà de leurs fonctionnalités. Cette approche était déjà connue en sociologie des techniques, puisque depuis Langdon Winner [1981] ou Michel Callon [1979, 1986] et Bruno Latour [1992], il avait été établi que toute technique encapsulait des choix politiques. La plasticité du numérique, son caractère de composition met plus aisément en évidence ces choix politiques. Certains codes en effet peuvent être plus ou moins contrôlés ou plus ou moins appropriés et ils dessinent des asymétries qui, pour certaines, seront irréversibles.

Dans son premier ouvrage, Lessig prenait l'exemple de Harvard et Chicago où les architectures étaient plus ou moins ouvertes : Chicago facilitait l'accès en autorisant la connexion de toutes les machines des étudiants sur le réseau, alors que Harvard privilégiait le contrôle en vérifiant d'abord le statut de ceux qui voulaient se connecter et leur appartenance ou non à l'université d'Harvard (sans pour autant en faire un réseau privé). De simples choix d'architecture révèlent des valeurs différentes mais ont aussi des conséquences notables sur la traçabilité des comportements. En l'absence d'identification des utilisateurs (*credentials*) et des propriétés des données (*headers*), tous problèmes qui sont devenus critiques dans le Web actuel, le réseau ne peut pas être contrôlé, organisé en zones, privilégiant les accès des uns ou des autres. Mais un simple changement d'architecture technique peut rendre un réseau contrôlable et lui donner un nouveau statut politique sans qu'aucune délibération politique soit nécessaire dans les instances concernées. Aujourd'hui, nous dit Lessig, les choix faits pour l'architecture d'Internet cherchent à garantir avant tout les activités du commerce. Dès lors, tous les efforts sont tournés vers un contrôle généralisé. Toutes les controverses actuelles qui ont été étudiées, portent exactement sur

cet enjeu : accroître le contrôle ou le limiter, non seulement pour des raisons politiques ou sécuritaires mais avant tout pour des objectifs commerciaux. Les enjeux de la possession du code deviennent alors cruciaux.

Lessig ne s'engage pas dans une critique de principe de la cession de la gestion d'Internet au monde marchand réalisée par la NSF en 1995. Il constate que le poids des intérêts marchands remet en cause les avancées qu'avaient réalisées Internet comme espace public, comme « *commons* » à travers son architecture. Car le minimalisme de la conception d'Internet était intentionnel : son design architectural combinait une décision politique visant à limiter tout contrôle et une décision technologique visant à optimiser l'efficacité du réseau, comme une forme de compromis entre les concepteurs académiques et les concepteurs militaires qui en étaient à l'origine. Or, cette remise en cause actuelle, dont nous allons étudier plusieurs aspects, ne se discute pas dans les enceintes classiquement conçues pour la délibération démocratique.

Extraits de l'ouvrage de L. Lessig, *Code and Other Laws in Cyberspace*, 1999

« Si le code du cyberspace est possédé par certains, il peut être contrôlé, s'il n'est pas possédé, le contrôle est beaucoup plus difficile. L'absence de propriété, l'incapacité de diriger comment les idées vont être utilisées, en un mot la présence d'un espace public (*commons*) est la clé pour limiter, ou vérifier certaines formes de contrôle gouvernemental. »

« Certaines architectures du cyberspace sont plus régulables que d'autres, certaines architectures permettent plus aisément le contrôle que d'autres. De ce fait, savoir si le cyberspace en général ou en partie peut être régulé revient à la question de la nature du code. Son architecture affectera la possibilité ou non de contrôler les comportements. Pour suivre Mitch Kapor, son architecture est une politique. Et de ce point important, il s'ensuit que si certaines architectures sont plus régulables que d'autres, si certaines donnent plus de contrôle au gouvernement, le gouvernement doit favoriser certaines architectures plutôt que d'autres, si la capacité de régulation est le but du gouvernement. »

« Si les réseaux sont plus régulables que d'autres c'est uniquement une question de conception. La conception d'un réseau non régulable peut être changée, il peut être transformé en un réseau régulable. Le point-clé consiste à identifier les caractéristiques de cet espace non régulable et à les changer. […] Dès lors que le Net est reconstruit pour s'adapter aux demandes du commerce, des architectures sont ajoutées qui rendent le Net plus efficace pour le commerce. La possibilité de régulation sera un produit dérivé de ces changements. Autrement dit, les changements qui rendent le commerce possible sont aussi ceux qui faciliteront la régulation. »

La première des raisons en est le caractère transnational d'Internet. Si l'on voulait que la loi régule le code, il faudrait admettre que les lois sont presque uniquement nationales. Dès lors, une tendance consiste à considérer que les

lois nationales doivent s'appliquer puisqu'il n'en existe pas d'autres ni d'instances capables de les faire appliquer (« *nothing new* » [Goldsmith et Wu, 2006]). Pour d'autres au contraire, le cyberspace est transnational et de ce fait, aucune loi nationale ne peut y être appliquée (« *no regulation applies* » [Johnson et Post, 1996]). Or, cette situation s'est déjà rencontrée lorsqu'il fallut régler les litiges internationaux en zones maritimes non territoriales grâce à l'invention de la *lex mercatoria*. Le changement majeur tient au fait que ce type de lois peut à la rigueur s'appliquer à des entreprises mais ne peut pas concerner les citoyens ordinaires qui sont désormais susceptibles de provoquer les litiges en question. Des cas exemplaires ont été étudiés au début des années 2000, comme l'affaire de la vente d'objets nazis en France sur le site Yahoo (que les tribunaux français ont réussi à interdire pour la version française) ou encore la diffusion de séries télé sur Internet par le Canada alors qu'elles sont réservées aux abonnés du câble aux États-Unis. La question du contrôle d'accès reste cruciale et Lessig avait proposé une solution, dite « *identity layer* » qui permettrait de crypter un objet révélant la nationalité dans toutes les connexions et bloquant les accès de façon précise selon les lois nationales. Il s'agit bien d'inventer dans le code des solutions qui permettent l'application de droits multiples (« *many laws rule* ») et parfois contradictoires.

Dans ce cas, Lessig vient suggérer une solution technique (*code*) pour le droit puisse passer (*law*). Mais d'autres combinaisons sont possibles car il propose un modèle plus nettement pluraliste qui prend aussi en compte, à côté du code et de la loi, le marché et la norme (celle diffusée dans les interactions sociales). À partir de cette combinaison, un vrai pluralisme des politiques peut être exploré et l'espace des solutions peut ainsi être plus ouvert que les oppositions classiques, libéral/étatique ou expert/citoyen ou encore marchand/gratuit. Il se trouve qu'un grand nombre de travaux de sociologie d'Internet et du numérique en général mobilise des catégories de ce type, normatives *a priori*, et nous tenterons de nous appuyer plutôt sur celles qui permettent de rendre visible ce pluralisme des solutions et cette nécessaire composition ou cet « assemblage » au sens de la théorie de l'acteur-réseau.

Nous examinerons d'abord les dimensions de la régulation du numérique et en particulier d'Internet qui relèvent plus directement des architectures techniques elles-mêmes (neutralité d'Internet, pluralisme des architectures, effets de monopole) puis d'autres qui portent plutôt sur la question des droits

de propriété (copyright, données personnelles). Dans les deux cas, la difficulté à réguler un domaine protéiforme et mouvant par des institutions juridiques nationales de longue durée apparaît et nous verrons que les institutions de la gouvernance elles-mêmes ont été étudiées en détail pour comprendre comment elles parvenaient malgré tout à faire fonctionner cette composition, à l'échelle de tout Internet ou dans des entreprises coopératives au succès reconnu comme Wikipédia.

La neutralité d'Internet

La controverse sur la neutralité d'Internet laisse supposer que cette neutralité existe et qu'elle est menacée. Précisons ce dont il s'agit.

Internet est supposé neutre dans sa conception en raison des propriétés que nous avons déjà examinées : il n'est pas centralisé mais distribué, il ne présente aucune dépendance aux serveurs des opérateurs de télécoms, l'intelligence est répartie dans les routeurs et supposée limitée au choix des routes les plus performantes, et enfin le protocole de routage est non intrusif, c'est-à-dire qu'il n'exploite que les en-tête (*headers*) des paquets en restant totalement indifférent aux propriétés des contenus. La neutralité d'Internet ne doit donc pas être confondue avec une quelconque absence de marquage politique. Internet est supposé neutre car il ne fait pas de différences dans l'allocation des capacités de réseaux selon les fournisseurs ni les destinataires ni selon les contenus. Ce principe a permis la prolifération de sites, de publications, de fournisseurs de services, gros ou petits, ou petits devenus gros, disposant en théorie de la même capacité de réseau (principalement la bande passante). La neutralité d'Internet est ainsi partie prenante d'une vision politique égalitaire du réseau, voire libertaire, car empêchant par la même occasion toute régulation étatique. Le réseau est en effet résilient et permet de trouver toujours d'autres routes en cas d'empêchement. Il faut bien comprendre comment cette vision fait quasiment partie de l'architecture socio-technique d'Internet pour évaluer la charge politique et émotionnelle attachée à cette originalité du réseau des réseaux.

Cependant, depuis de nombreuses années, la réalité n'est plus ce réseau distribué avec égalité d'accès qui avait pu être imaginé. La bande passante est en effet occupée très inégalement par des services qui ralentissent de fait les autres contenus : les vidéos de YouTube sont officiellement visées le plus

souvent (et Facebook qui vient sur ce marché le sera tout autant) mais en réalité les sites pornographiques et les téléchargements massifs de films occupent aussi une grande partie de la bande passante. Dès lors, les opérateurs, en charge du trafic, devraient être obligés d'augmenter sans cesse la capacité de leurs réseaux pour répondre à ces demandes, sans pouvoir, disent-ils, facturer le coût de ces investissements ou en les facturant à tous leurs abonnés de façon égale alors que les consommations sont très différentes.

La scène est ainsi installée pour une bataille entre un camp qui agit au nom de la liberté d'expression qui doit assurer à tous les services une même tarification et une même qualité de service et un camp qui agit au nom de la nécessaire équité dans la prise en charge des coûts d'infrastructure par les services utilisateurs les plus consommateurs de bande passante. On le voit, un affrontement entre une norme (une tradition et des valeurs d'Internet) et le marché débouche sur une demande de droit pour trancher.

Mais la situation est aggravée par l'introduction d'une technique de contrôle proposée par les fournisseurs d'accès, le « *Deep Packet Inspection* ». Le code entre en jeu pour compliquer le tableau ou le simplifier, selon les points de vue. Il suffirait en effet que les fournisseurs d'accès utilisent cette technique pour « ouvrir » les paquets au-delà de leur en-tête et vérifier ce qu'ils contiennent de façon à établir qu'il s'agit bien de flux en provenance d'un service ou d'une plateforme précis qui pourraient alors être facturés en fonction de leur utilisation réelle de la bande passante.

On comprend que cela fasse réagir les gros utilisateurs de trafic que sont YouTube, Facebook ou Google, mais aussi les plus petits qui se disent qu'ils ne pourraient pas payer les tarifs exigés (*via* des accords de *peering* non régulés déjà existants entre les grands acteurs ou des accords de *transit* payants) et n'accéderaient plus qu'à un service dégradé. Les internautes ordinaires, eux, imaginent très vite la fin de la confidentialité supposée de leurs échanges (largement remise en cause par ailleurs). Mais loin d'être simplement un projet technique qui attendrait la validation par des instances que l'on cherche d'ailleurs à déterminer dans ce monde où « *many laws rule* », il semble bien que l'usage de cette technique soit déjà effectif car c'est l'avantage du code de pouvoir implémenter un nouveau droit avant même toute délibération. Ainsi, en 2013, Free a été accusé de ralentir les accès à YouTube pour désaccords sur les tarifs d'utilisation du réseau, sans que la preuve ait pu être apportée que cela supposait une utilisation de la

technique de DPI (« *Deep Packet Inspection* »). Mais plus généralement, la gestion des pointes de trafic et des congestions que cela peut occasionner nécessite des choix de priorité de la part des opérateurs, sans que cela soit réellement transparent pour les clients, offreurs de contenus ou de services et internautes. On considère généralement que c'est le modèle « *best effort* » (c'est-à-dire en fait premier arrivé, premier servi) qui doit s'appliquer dans ces allocations de ressources en dehors des périodes de congestion mais des adaptations sont appliquées en cas de surcharge.

De plus, le réseau n'est plus distribué depuis longtemps dans son architecture car les phénomènes « d'attachement préférentiel » ont créé des polarisations qui sont l'équivalent topologique de centralisations : tout nouveau site a tendance à se connecter de préférence (*via* des liens hypertextes) aux principaux nœuds du réseau, notamment Google ou Facebook ou encore Amazon, comme on peut l'observer dans les liens offerts sur un site donné. Ces processus ont été théorisés comme relevant de tout « réseau invariant d'échelle » (*scale-free network*) [Barabasi et Bonabeau, 2010] c'est-à-dire un réseau qui se déforme dans le temps par ces accès préférentiels aux principaux nœuds et qui supporte un passage à l'échelle infini, au contraire d'un réseau routier qui finit par saturer. Internet a ainsi perdu de sa robustesse car la fermeture d'un de ces nœuds peut provoquer un étranglement de tout le trafic. Mais la consommation de bande passante de ces super-nœuds est aussi devenue considérable, tout autant que leur pouvoir sur le marché car leur rôle est incontournable et les revenus générés le montrent désormais.

Le conflit se transforme ainsi en lutte entre géants d'Internet qui ont tous généré des revenus considérables, les fournisseurs d'accès d'un côté et les plateformes de l'autre, pour un enjeu central : qui doit payer pour la mise à niveau inévitable du réseau dans ses propriétés techniques élémentaires (telles que la fibre à domicile, FTTH) ? Tout le monde peut s'entendre pour demander aux États de financer ces infrastructures, mais dans un contexte de marché aussi florissant et de libéralisme affiché, le discours passe mal. Les internautes peuvent être certes sollicités pour payer deux fois, par leur abonnement au fournisseur d'accès et par leurs abonnements ou leur consommation de contenus sur les plateformes mais là aussi la manœuvre paraît un peu grosse et l'extension du marché exige de maintenir des prix réduits. D'autant plus que les consommateurs ont été éduqués à une tradition de gratuité (apparente) qui laisse des traces et fait des internautes une

clientèle moins solvable que celle des réseaux mobiles. Or c'est précisément sur ces réseaux que la croissance se fait et que les mises à niveaux sont nécessaires car les demandes de bande passante y explosent : il est ainsi fort probable que les utilisateurs de mobile soient prêts à payer ce qu'ils refuseraient de payer en tant qu'utilisateurs d'Internet !

Comme on le voit, plusieurs dimensions sont mêlées, plusieurs principes de régulation pourraient être candidats à un accord. Nicolas Curien et Winston Maxwell [2011] résument ainsi les différentes dimensions de la controverse :

> « L'aspect financier regarde la neutralité sous l'angle du partage de la valeur entre opérateurs de réseaux et fournisseurs de contenus, ainsi que ces contributions respectives de ces deux types d'acteurs au financement des réseaux ; l'aspect technique l'envisage sous l'angle de l'admissibilité ou la proscription de certaines pratiques de gestion du trafic ; l'aspect déontologique, enfin, la considère sous l'angle de la non-ingérence des opérateurs de réseaux dans le traitement des contenus » [Curien et Maxwell, 2011, p. 12]. Ils y ajoutent des enjeux d'usage qu'ils découpent selon plusieurs facettes :
> – « la gestion du trafic : un FAI a-t-il le droit de bloquer l'accès à certains contenus, ou de leur offrir au contraire un traitement plus performant que d'autres ?
> – la différenciation tarifaire : un FAI peut-il facturer des *premium* pour l'accès à des services spécifiques, comme la voix sur IP à partir d'un mobile, même s'ils n'engendrent pas de coût supplémentaire ?
> – la transparence : avec quel degré de détail les éventuelles pratiques restrictives d'un FAI doivent-elles être communiquées au consommateur ?
> – la qualité-plancher : un certain standard de qualité de service doit-il être garanti à tout consommateur désirant souscrire une offre d'accès à Internet ? » [*ibid.*, p. 13].

Les auteurs présentent le débat aux États-Unis et il est nécessaire en effet d'avoir une approche pays par pays car les législations sont très différentes et le pouvoir des autorités de contrôle des réseaux aussi, alors même que les trafics qui font l'objet des controverses sont transnationaux. Ainsi aux États-Unis, la FCC (*Federal Commission for Communications*) a émis un *Policy Statement* en 2005 qui promeut « quatre principes, connus aux États-Unis

comme les quatre libertés d'Internet ». Les quatre libertés, centrées sur le bien-être du consommateur, énoncent que l'internaute doit pouvoir, sur Internet :

1. accéder à tout contenu légal de son choix ;
2. utiliser toute application ou service légal ;
3. connecter au réseau tout équipement terminal n'endommageant pas ce dernier ;
4. bénéficier d'un choix et d'une concurrence effective entre fournisseurs de services » [*ibid.*, p. 20].

Plusieurs affaires ont été portées à l'arbitrage de la FCC dont l'affaire Comcast en 2007 (qui empêchait les téléchargements en pair à pair) et Verizon en 2014 sans que le fond soit vraiment tranché car une cour d'appel a désavoué la FCC, ce qui met en cause sa capacité à réellement imposer la neutralité d'Internet. L'administration Trump a profité de ces controverses pour changer le dirigeant de la FCC et placer à sa tête un fervent opposant à la neutralité d'Internet, c'est-à-dire un défenseur des opérateurs de télécommunications contre les plateformes de contenus d'Internet. Les décisions de 2015 sur la neutralité du net ont été ainsi annulées par la nouvelle direction de la commission fin 2017 avec effet en juin 2018. Mais il faut reconnaître que les grands fournisseurs de contenus avaient déjà pris les devants et ne subissaient plus en fait la loi du *best effort* sur Internet car elles ont développé des CDN (*Content Delivery Networks*) privés qui sont des réseaux virtuels qui routent de façon privilégiée leurs propres contenus uniquement, en s'appuyant sur leurs serveurs distribués partout dans le monde qui peuvent héberger par exemple des contenus en cache. De plus leurs investissements (Google, Facebook et Microsoft) dans la pose de câbles sous-marins propriétaires indiquent bien que ces firmes ont engagé une forme de sécession vis-à-vis du droit commun des réseaux.

La gestion du réseau nécessite dans tous les cas une surveillance qui est refusée par principe par certains mais qui demande surtout à être encadrée avec précision, d'où le rôle complexe joué par les autorités de contrôle qui doivent disposer d'une expertise technique certaine pour vérifier que des politiques discriminatoires ou illégales ne se logent pas dans ces méthodes apparemment « purement » techniques. Curien et Maxwell citent ainsi :

« Le *traffic shaping*, consistant à retarder ou avancer l'émission de certains paquets de données, le *buffer management*, consistant à prioriser certaines applications dans les mémoires tampons des routeurs, le *traffic*

scheduling, consistant à ordonnancer la transmission de certains flux applicatifs, et également la redirection de trafic, la réservation de ressources, le contrôle d'admission, le partage de capacité, l'isolement de réseau » [Curien et Maxwell, 2011, p. 54]. À notre connaissance, aucun travail sociologique n'a porté sur cette gestion de réseau et pourtant nombreux sont ceux qui ont émis des avis définitifs sur les dangers de toute surveillance du réseau. Or, en dehors des impératifs scientifiques, il est indispensable de sortir des généralités pour que toute proposition de solution politique soit faisable et contrôlable. Il devient plus aisé de comprendre la difficulté à inventer les instances qui vont être capables de réguler techniquement et politiquement une telle complexité. Les agences de régulation nationales font leur part du travail mais le caractère transnational d'Internet et la puissance des majors d'Internet rendent malgré tout difficile de constituer l'arène pertinente pour cette régulation.

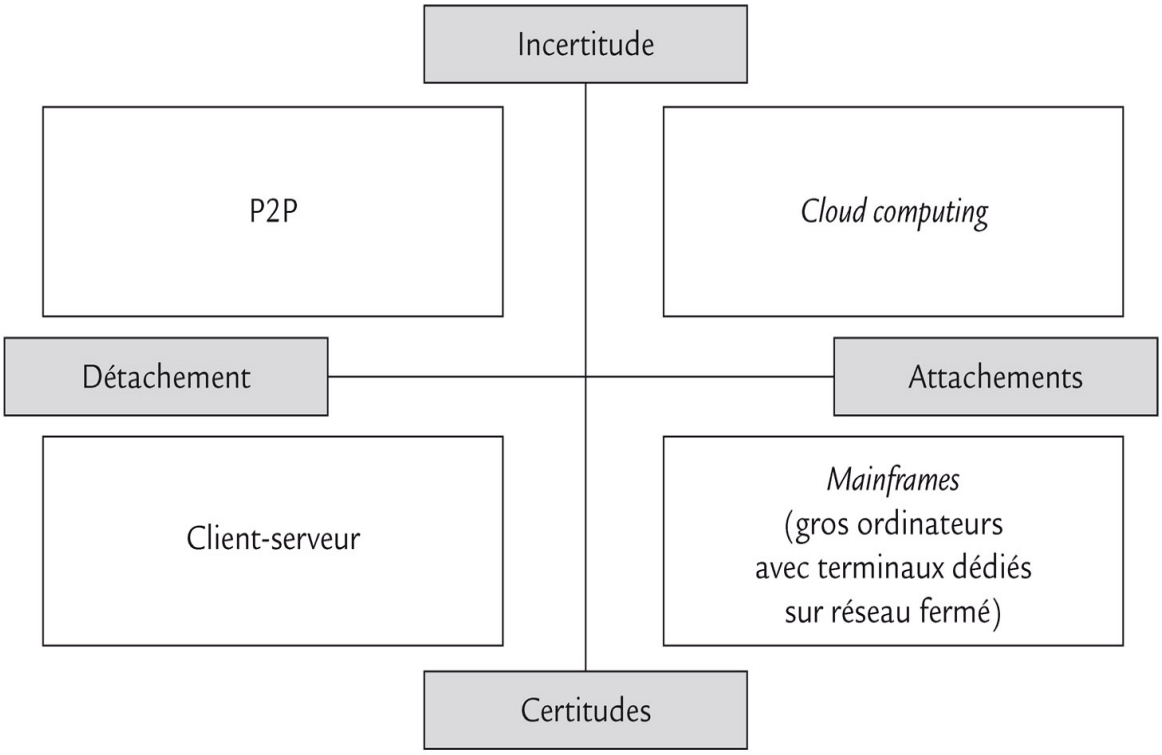
Politiques des architectures de réseaux

La controverse sur la neutralité a eu le mérite de gagner en visibilité politique sans doute parce que les méthodes proposées (*Deep Packet Inspection*) apparaissaient vraiment comme des intrusions inadmissibles dans des règles supposées de confidentialité des transmissions. Cependant, ce sont des questions d'architecture de réseaux qui sont sous-jacentes dans ce débat et L. Lessig avait insisté sur cette dimension. Poursuivons donc ce débat pour rendre compte précisément des façons dont le code fait loi, lorsqu'il s'agit d'architecture de réseaux. Nous utiliserons une boussole pour présenter ce pluralisme potentiel des politiques d'architecture de réseaux (pour une explication de la construction des axes, voir le chapitre 5, sur la ville numérique). Potentiel car il est rarement rendu visible et souvent présenté comme une succession d'innovations historiques, voire de nécessités techniques décidées ailleurs. Or, toutes ces architectures continuent à coexister et peuvent faire l'objet de choix dans chaque organisation avec les conséquences politiques qui en découlent, notamment en matière d'asymétrie, de contrôle, etc.

L'architecture la plus connue jusqu'à l'apparition de la micro-informatique était celle du temps partagé : les terminaux se partageaient le temps d'accès aux ressources de calcul d'un ordinateur central, dit *mainframe*, car ils ne disposaient pas eux-mêmes de capacités indépendantes

de calcul, ils se contentaient d'afficher puis de transmettre des instructions. Il pourrait sembler étonnant de rappeler une telle architecture pourtant abandonnée dans les systèmes d'information. Or, elle revient en force et une connaissance historique est bien utile dans ces cas pour comprendre tous les enjeux d'une nouvelle distribution des capacités entre machines. La diffusion en *streaming* pour certaines de ses techniques, par exemple, rend quasiment inutiles les capacités locales des machines qui ne font qu'exploiter une mémoire tampon. De même, le *cloud computing* comporte une dimension d'asservissement des terminaux qui dépendent alors des ressources de calcul mises à disposition par les fournisseurs dans des machines virtuelles dans le réseau. Certains craignent ainsi que les capacités locales soient perdues et que toutes les données d'une entreprise par exemple soient désormais détenues par des sociétés de services spécialisées difficilement contrôlables.

Figure 5.7 La boussole cosmopolitique des architectures de réseau



L'architecture concurrente qui a pris le dessus à partir des années 1980 est l'architecture client-serveur, dont le nom indique bien une forme d'asymétrie mais plus ambiguë et nécessitant une « intelligence » locale. Dans tous les cas, les rôles sont alors distribués clairement et, selon les applications, une

charge de travail plus importante sera demandée au client ou au serveur. Cette omniprésence de l'architecture client-serveur a pu la rendre quasi naturelle, alors qu'elle nécessite à chaque fois des arbitrages précis. Mieux même, elle fut radicalement contestée par l'apparition d'une architecture beaucoup moins asymétrique, le *peer-to-peer*, qui a émergé à la fin des années 1990 et qui constitue encore maintenant un domaine d'innovation technique constante. Dans ce modèle, chaque machine (un PC ordinaire) peut devenir serveur et client selon les situations et les moments, il peut donc mettre ses ressources à la disposition des autres machines, comme serveur, ou exploiter les ressources des autres lorsqu'il est client. Cela rend le réseau totalement imprévisible puisque les centres ne sont plus définis par avance.

On comprend mieux pourquoi cette architecture fut longtemps dédaignée par la recherche académique jusqu'à peu [Méadel et Musiani, 2015] comme par les entreprises qui veulent pouvoir contrôler en permanence les rôles des uns et des autres, mais aussi pourquoi les téléchargements illégaux ont largement bénéficié de cette architecture, sans pour autant que cela résume l'intérêt d'une telle architecture : ainsi il est désormais possible de distribuer du calcul entre les machines pour des opérations scientifiques et cela prend alors le nom de « *grids* », de grilles de calcul, mais l'architecture de ces réseaux est comparable à celle du *peer-to-peer*.

Politiques des architectures *peer-to-peer*

L'affaire devient plus complexe encore, si l'on fait une description précise des différents types d'architecture *peer-to-peer* comme nous l'avons fait dans le chapitre 1 sur l'histoire des réseaux. Pour la résumer, il convient de mesurer la différence entre Napster, qui était en fait un P2P centralisé, et une architecture que l'on dit hiérarchisée mais non centralisée, qui était disponible quasiment au même moment (emule, edonkey, Kazaa). Plus radicale fut l'innovation des « torrents », autre architecture de P2P qui permet de transformer d'office une machine en serveur dès lors qu'elle commence à télécharger. Cette architecture est plus incertaine, non permanente et dépendante de l'actualité des contenus, ce qui explique la réaction vigoureuse des ayants droit. À cette grande incertitude créée par le système des « torrents », s'est ajoutée une nouvelle architecture, communautaire mais aussi sécurisée car cryptée, celle d'amis à amis (Freenet et surtout Waste depuis 2003, qu'on peut trouver sur le Darknet

également). Comme on le voit, l'exploration des politiques de réseaux possibles doit entrer toujours plus dans les détails techniques pour comprendre les asymétries, les possibilités de contrôle, les effets sur la focalisation sur certains contenus, etc., toutes choses qui font l'objet d'un débat politique de fait, c'est-à-dire par des choix d'innovations qui complètent ou révisent les solutions précédentes insatisfaisantes. Étonnante arène politique qui produit plus de lignes de code que de discours et qui met en œuvre ses critiques éventuelles de façon très opérationnelles. La boussole présentée dans le chapitre 1 sur l'histoire des réseaux aide à rendre visible ce débat et cette cohabitation des solutions. Et chaque *fork* peut être considérée comme un choix politique entre solutions supposées incompatibles, même si toutes les *forks* produites à partir de BSD (*Berkeley Software Distribution*, 1977) pour les architectures de systèmes d'exploitation sont en fait restées compatibles, avec des relations de collaboration correctes, sans parler du Mac OS qui y a puisé aussi.

Comme on le voit, de nouvelles solutions techniques existent toujours, ce qui rend très difficile la régulation d'un tel secteur, et souvent vaines, les tentatives d'encadrement ou de répression. Le partage des contenus est une tendance lourde qui fait tout l'intérêt de la connexion à des réseaux, et rien ne semble pouvoir l'arrêter, quitte à adopter un cryptage généralisé pour se mettre à l'abri du suivi par les autorités. Qui peut prétendre réguler cette capacité d'innovation ? L'architecture du réseau ne possède aucune fatalité technique ni aucune limite définitive. Or, le droit ne peut jamais suivre ces évolutions. Il est plus grave cependant que sous couvert de régulation, certaines architectures en viennent à être favorisées alors qu'elles sont en faveur de certaines pratiques commerciales pendant que d'autres qui facilitent la circulation des idées sont systématiquement dévalorisées voire soupçonnées. Lessig a posé ainsi cet enjeu actuel dans ses livres *L'avenir des idées* et *Free Culture*. La préservation de la diversité des architectures peut sembler un enjeu trop technique ou peu ambitieux mais il est clairement en question dans le modèle de développement actuel d'Internet qui voit la domination des plateformes sur tous les choix techniques.

Aucune instance, nous venons de le voir, ne peut prétendre actuellement réguler ce domaine en innovation constante et pourtant des choix sont faits, par les firmes, par des accords commerciaux de gré à gré. Le *cloud computing* pourrait lui-même faire l'objet d'une investigation identique pour montrer le pluralisme des architectures de cloud disponibles actuellement ou

imaginables et cela devrait suffire à obliger tous les débats politiques ou tous les prospectivistes à entrer dans une présentation explicite de ces choix qui sont devant nous pour remettre les techniques en politique. Le monde commun que nous devons constituer est désormais socio-technique et doit être composé finement. Le pluralisme doit être restitué pour rendre le débat possible, sans fatalité ni ligne de progrès préétablies. Les architectures numériques donnent en effet des droits et des devoirs, elles constituent un mode d'être ensemble et créent des effets d'appartenance même éphémères autour de goûts communs comme dans le P2P. Elles créent des asymétries, avec ou sans centre, rendent possibles des collaborations ou non, des contrôles ou non. Les politiques publiques qui peuvent contribuer à la régulation d'un tel écosystème gagneraient sans doute à s'inspirer des modèles des écologues, où les interactions fines au sein d'un milieu sont toutes prises au sérieux et non à suivre un modèle balistique de l'action publique qui aurait toutes les chances de viser à côté comme l'ont montré les exemples les plus répressifs.

Préserver le pluralisme peut donc devenir un objectif de politique publique, dans la lignée de ce que proposait Lessig, mais il faut bien admettre que les tendances contemporaines sont plutôt à la concentration des plateformes et à de nouvelles formes de monopoles.

Le numérique n'est pas neutre écologiquement : éthique du développement numérique ?

Les choix d'architecture technique présentent toujours une dimension de responsabilité politique mais elle reste souvent envisagée seulement à court terme et sur un *a priori* souvent partagé selon lequel plus de technologie, plus d'échanges en ligne ne peuvent qu'être bénéfiques. Or, on sait que ce raisonnement appliqué au développement industriel et urbain a généré des effets systémiques catastrophiques pour l'environnement en gaspillant et en épuisant les ressources fossiles, en générant un réchauffement climatique généralisé et en modifiant totalement la forme urbaine centrée désormais sur l'automobile. On aurait pu penser que les leçons auraient été retenues pour le numérique. Mais partant du principe que l'énergie était électrique, que les réseaux sont quasi invisibles, que les applications sont légères et que les terminaux sont miniaturisés, la conscience de la responsabilité environnementale a eu bien du mal à se frayer un chemin chez les

utilisateurs comme chez les concepteurs. Ce n'est pas faute d'applications dédiées au conseil et au guidage pour des pratiques plus écologiquement responsables dans tous les domaines (mais rarement sur les pratiques numériques elles-mêmes) [pour un inventaire de ces applications et services, voir Peugeot *et al.*, 2018]. De plus, les approches de « Green IT » ont trop souvent été reprises par toutes les firmes (*Green washing*) pour se justifier à bon compte des conséquences environnementales de leurs pratiques alors que la question repose souvent au cœur même de la conception des réseaux et des terminaux. Les travaux de Fabrice Flipo [2007, 2013] ont eu le mérite de poser très tôt ces questions, d'un point de vue de sociologie des techniques et de l'éthique de la conception à la fois, mais ils restent trop isolés parmi les travaux en sciences sociales. Ils permettent de faire le point précisément sur cette dimension appelée à prendre de plus en plus d'importance car la pression à l'innovation s'embarrasse difficilement de ces freins que seraient conscience écologique et responsabilité environnementale. Les « effets de premier ordre » [Flipo *et al.*, 2012] sont les plus visibles tels qu'épuisement des ressources, consommation énergétique, gestion des déchets et diffusion des toxiques, comme cela se passe notamment à Agbogbloshie, au Ghana, l'une des décharges de déchets électroniques les plus polluantes au monde. La normalisation et l'écoconception sont désormais à l'ordre du jour, notamment sous la pression de mouvements sociaux environnementaux. L'obsolescence programmée reste cependant particulièrement visible dans les terminaux, comme le révèle le scandale des performances des iPhones au moment du lancement d'une nouvelle génération. On observe une chute drastique de la durée d'utilisation d'un ordinateur entre 1985 et 2015, puisqu'elle passe de 11 à 4 ans [« Benchmark numérique responsable. Club Green IT, 2017 », *in* Iddri *et al.*, 2018, p. 14]. La E-Waste coalition (qui rassemble différentes agences de l'ONU) appelle à une mise à jour du modèle de « *take, make and dispose* » pour passer à un modèle d'économie circulaire. On estime le flux de déchets électroniques à 48,5 millions de tonnes en 2018, avec seulement 20 % de traitement standardisé au niveau mondial. L'Europe et les État-Unis sont responsables pour près de la moitié des 44,7 millions de tonnes cubes de déchets électroniques produits dans le monde en 2016 (PACE, E-Waste Coalition, 2019, *A New Circular Vision for Electronics. Time For a Global Reboot*).

La consommation des matières premières devient un enjeu géostratégique et environnemental puisque les métaux rares se trouvent localisés en Chine (les plus grandes réserves du monde, 44 millions de tonnes, soit 36,6 % des réserves mondiales), au Brésil, au Vietnam (22 millions chacun, soit 18,3 % chacun). Elles engendrent les mêmes guerres économiques pour leur contrôle que toutes les matières premières, en toute irresponsabilité quant au recyclage de ces produits. On retrouve 60 métaux différents dans un téléphone portable, dont on peut seulement recycler 20 pour l'instant, tandis que seuls 16 % des téléphones sont collectés en vue de leur dépollution (« 100 millions de téléphones portables usagés : l'urgence d'une stratégie. Sénat, 2016 », *in* IDDRI *et al*., 2018, p. 14).

Les gigantesques fermes de serveurs qui sont désormais nécessaires pour faire fonctionner une architecture de plus en plus centralisée d'Internet ou même décentralisée en théorie comme celle de la blockchain de Bitcoin engendrent une consommation d'énergie de moins en moins soutenable, même lorsque les plateformes tentent de trouver des sources d'énergie les plus vertes possible. D'après l'Agence internationale de l'énergie (AIE), les centres de données dans le monde ont consommé près de 194 térawatts heures (TWh) d'électricité en 2014, soit près de 1 % de la demande totale d'électricité [IEA, 2017, p. 103]. De même, la consommation d'électricité par les réseaux de télécommunications représente près de 185 TWh, soit près de 1 % de la consommation mondiale en 2015, dont les réseaux mobiles représentent les deux tiers [*ibid*]. Pour la blockchain, Bevand estime que le coût du fonctionnement électrique représente entre 6,3 % et 38,6 % du coût total du Bitcoin.

Ces consommations croissantes malgré l'optimisation recherchée en permanence conduisent à la production de gaz à effet de serre non négligeables selon les sources d'énergie utilisées. Greenpeace élabore régulièrement depuis 2009 des rapports sur l'impact environnemental des géants du Web (*Clicking Clean*), en ce qui concerne l'utilisation et la source de l'électricité nécessaire pour leurs services. Ainsi, Greenpeace rapporte que Facebook utilise 67 % d'énergies renouvelables contre 56 % chez Google, 29 % chez IBM, 83 % chez Apple et 8 % chez Oracle, et 67 % de charbon chez Baidu, Tencent et Alibaba en 2016. Il y a enfin le cas mitigé d'Amazon Web Services, qui héberge un grand nombre de sites et dont le bilan énergétique s'équilibre entre énergies renouvelables (17 %), gaz naturel (24 %), charbon (30 %) et nucléaire (26 %) [GREENPEACE, 2017, p. 8].

Des organisations d'activistes peuvent aussi contribuer à mettre en évidence les effets encore trop peu connus de l'électrosmog que l'on a produit tout autour de nos existences, en combinant la diffusion de tous types d'ondes, de façon encore moins visible que les gaz à effets de serre. L'analyse de ces controverses est désormais reprise par les sociologues [Chateauraynaud et Debaz, 2010 et 2017 ; Cordey et Rossi, 2015] qui montrent la difficulté de faire reconnaître l'invisibilité de leurs souffrances. Certaines batailles juridiques conduites par des personnes électrosensibles ont fini par reconnaître ces maladies mais les mesures prises se limitent à des cas particuliers. Il est fort probable que la 5G suscitera des réticences encore plus aigues, puisqu'il s'agit désormais d'ondes millimétriques. Il n'est pas anodin que la Suisse qui a implanté ces antennes et distribué les fréquences dès 2018 voit se lever des oppositions à l'installation des antennes de la part des instances de gouvernements locales et non plus des écologistes seulement. Le chemin reste long car les arguments de la « substitution » par rapport aux transports, considérés par définition comme plus consommateurs d'énergie et plus polluants, suffisent souvent à évacuer la question, alors que l'on sait depuis longtemps [Claisse, 1983] que plus de communication génère aussi plus de demande de mobilité [pour une discussion plus récente de cet argument de la substitution, voir Flipo *et al*., 2016].

Politiques des réseaux sociaux

La domination de Facebook dans les réseaux sociaux tend à le constituer comme monopole dans ce registre des réseaux sociaux non spécialisés (à la différence de LinkedIn qui, grâce à son rachat par Microsoft en 2016, a entrepris une offensive très forte pour capter le public et les réseaux professionnels) place dans des réseaux à vocation professionnelle. Facebook est typique de cette loi des réseaux que Metcalfe avait établie empiriquement sans réellement la démontrer : l'utilité d'un réseau est proportionnelle au carré du nombre de ses utilisateurs. De fait, les derniers arrivés bénéficient d'un accès à une quantité de contacts possibles alors que les premiers devaient faire avec les quelques membres déjà inscrits. Et c'est avant tout pour cela qu'il est plus intéressant d'aller sur Facebook, voire quasi obligatoire tant la pression sociale est grande. Cet effet est puissant puisqu'il permet de faire dépérir les autres réseaux sociaux qui coexistaient au milieu des années 2000. Myspace a perdu pied au moment même où le magnat de la

presse Murdoch investissait dans ce réseau qui s'était spécialisé dans la musique.

Des réseaux comme Orkut, fameux en Inde et au Brésil, n'ont pas résisté, de même que, plus étonnant encore, le réseau social dominant en Corée où le nombre de comptes de Cyworld, créé en 2001, avait atteint 24 millions sur une population totale de 45 millions d'habitants. En Chine, le développement phénoménal de QQ (803 millions d'utilisateurs actifs mensuels début 2019) s'explique tout simplement par l'interdiction de Facebook dans ce pays. Seule la Russie résiste aussi bien puisque seulement 9,1 % de la population est sur Facebook alors que VKontakte domine le marché (près de 100 millions d'utilisateurs actifs mensuels début 2019). Il est certes aisé de prétendre que ces créations de comptes Facebook (2,32 milliards d'utilisateurs actifs mensuels fin 2018, dont 1,52 milliard de *daily active users*) ne reflètent pas une véritable activité mais une forme de conformisme ou de curiosité. Cependant, l'effet addictif est pour l'instant certain puisque, selon les chiffres de Facebook en 2015, on observe une durée de 21 minutes par visite en moyenne (soit 8 h 30 par mois en moyenne) alors que 65,5 % des inscrits se connectent tous les jours (fin 2018). Le cercle d'amis atteint 155 amis en moyenne et 150 millions utilisent Facebook Stories par jour en 2018 et publient 300 millions de photos par jour. À titre de comparaison, Flickr (le site de photos propriété de Smugmug, acheté à Oath Inc en avril 2018) stocke 13 milliards de photos en tout pour 90 millions de comptes (utilisateurs mensuels). C'est dire que l'activité photo ordinaire (et non spécialisée comme sur Flickr) se déroule désormais massivement sur Facebook (sans parler d'Instagram, racheté par Facebook d'ailleurs).

La globalisation prend aussi cet aspect du partage d'un même monde social, à travers une plateforme commune. Il ne s'agit pas seulement de conformisme ni de consommation car un pays entier comme la Tunisie a adopté Facebook pour se coordonner lors de la révolution de Jasmin de 2011, comme nous l'avons vu. L'effet de standardisation de fait produit par ce monopole ne peut pas être négligé [Boullier, 2012], il permet d'obtenir un confort d'usage, un monde commun supposé partagé, des routines fondées sur des fonctionnalités telles que des *likes* ou la gestion de son mur de publications qui s'étendent bien au-delà de la plateforme elle-même puisque les sites encouragent à signaler leurs pages sur Facebook. D'une certaine façon, ce monopole de fait favorise ce qu'on appelle la « litératie »

numérique, comme on a pu le dire pour le monopole de Windows, qui permet de former dans les établissements publics des élèves à l'environnement dominant sans mettre en question l'effet de promotion commerciale ainsi créé.

Ces effets de monopole ont des origines différentes comme on le voit, puisque Microsoft a réalisé des ventes liées de son système d'exploitation et toute sa suite logicielle et même de son navigateur, ce pour quoi il a été condamné, alors que Facebook gagne avec les atouts de l'effet réseau et que Google domine par une gratuité et une performance qui lui assurent tant d'audience que son modèle économique lui permet de capter une part toujours croissante des marchés publicitaires. Il devient dès lors « évident », considéré comme « allant de soi », d'apprendre les réseaux sociaux avec Facebook, les requêtes avec Google, la navigation avec Internet Explorer (qui, depuis, a cependant perdu sa domination, ce qui indique bien les limites des excès de monopole) et le commerce en ligne sur Amazon. Aucune politique publique ne peut contester cette dynamique gagnante de ces oligopoles. Pourtant, chacun commence à s'en inquiéter lorsqu'on constate qu'ils utilisent leur position dominante pour réguler à leur façon divers marchés (les données personnelles pour Facebook, la numérisation des ouvrages ou l'utilisation des news de la presse pour Google) et pour devenir incontournables dans des domaines très éloignés de leur point de départ. Dès lors, il serait légitime de poser la question de la préservation de la *diversité numérique* pour des solutions adaptées à *des* publics différents.

En effet, pour prolonger le cas Facebook, malgré cet effet de monopole si rapide, « le » réseau social n'existe pas ! Chacune des plateformes en concurrence dans les années 2000 proposait une offre toujours différente de services et une intégration spécifique des fonctions [Boullier *et al.*, 2008]. Le code du réseau social ne doit pas fatalement ressembler à celui de la plateforme Facebook comme le montrent les exemples chinois et russe ainsi que des niches dans les réseaux sociaux spécialisés. De même, malgré les contraintes de l'effet réseau qui met du temps à s'enclencher, des solutions libres de réseau social comme Mastodon, plus proche du microblogging de Twitter que de Facebook, ont commencé à prendre de l'ampleur. La diversité des pratiques est d'ailleurs préservée dans l'architecture même puisque des « instances » très diverses sont disponibles sur des thèmes variés et avec un nombre d'utilisateurs très inégal, même si elles peuvent être fédérées si

l'utilisateur le souhaite. Un autre réseau social distribué, « Diaspora* », lancé en 2011 continue à se développer mais très lentement.

Mais alors comment réguler cet effet de monopole (surtout lorsque les utilisateurs ne le trouvent pas abusif et profitent de sa gratuité !) ? Faut-il attendre le retournement de tendance puisque l'on constate que 10 millions de comptes ont été perdus par Facebook aux États-Unis en 2012-2013 et que les plus jeunes générations semblent se lasser d'un réseau sur lequel elles peuvent même retrouver leurs parents ? 51 % des adolescents (13-17 ans) aux États-Unis déclarent se servir de Facebook en 2018, contre 71 % en 2015. Facebook a laissé la place à YouTube (85 %), Instagram (72 %) et Snapchat (69 %). C'est ce dernier qui est utilisé le plus souvent (35 %), et YouTube (32 %), contre 15 % pour Instagram et 10 % pour Facebook (*Pew Research*). À l'inverse, faut-il adopter la politique de l'État singapourien qui a créé son réseau de rencontres contrôlé par le gouvernement ? Ou faut-il prendre des initiatives qui garantissent leurs chances à des services différents en veillant par exemple à ce que les gagnants respectent toutes leurs obligations ? Car toutes ces plateformes gagnantes sont en fait coutumières de la prédation de données personnelles et de la fraude fiscale – dite « optimisation ».

Les pratiques de Facebook en matière de confidentalité des données personnelles, de pratiques de revente publicitaire, d'expériences diverses, de changement impromptu d'algorithme pour EdgeRank ont fini par susciter une vive critique de la part de certains élus, y compris aux États-Unis et en Angleterre. Un rapport parlementaire britannique de février 2019 a même qualifié Facebook de « *digital gangster* ». Des amendes sont prévues de la part des autorités anglaises et de la FTC américaine à la suite de l'affaire Cambridge Analytica. Toute l'année 2018, Mark Zuckerberg a fait l'objet d'auditions, en refusant toutefois de venir à celle exigée par le parlement britannique. Et son argument essentiel a reposé sur… des excuses. On peut donc dire désormais que le principe qui gouverne Internet « *Rough Consensus and Running Code* » est augmenté du terme « *and apologies* » puisque le code court tout seul semble-t-il, comme un véritable passage à l'acte. Les questions des pratiques des plateformes en général et de Facebook en particulier sont cependant très épineuses, car les États supposés réguler :

– ne veulent pas décourager le business, aussi faible soit-il en termes d'emploi dans un pays donné ;

– demandent aussi aux plateformes de faire elles-mêmes la police en appliquant les règles comme le droit à l'oubli ou un contrôle sur les *fake news* et les comptes qui les publient ou les relaient ;
– attendent de ces plateformes des avancées technologiques notamment dans l'intelligence artificielle, dont Google et Facebook sont leaders.

Facebook se considère désormais comme un quasi-État, lorsque par exemple, en 2017, il a lancé lui-même un programme de recherche totalement opaque avec un chercheur réputé (Ray Chetty de Stanford) qui pourra accéder à toutes les données disponibles sur les membres américains du réseau, soit quasiment toute la population, et cela dans un objectif de politique sociale : étudier le rôle des connexions sociales dans la réduction des inégalités. Ni débat politique sur les orientations choisies par Zuckerberg, à une époque où il affichait des prétentions politiques, ni débat scientifique, puisque les données restent propriété de Facebook.

Cette architecture technique qui organise la vie quotidienne de plus de deux milliards de personnes s'est donc installée comme un monopole sans qu'aucune prise politique réelle soit possible tant le terrain était vierge. Le décalage du droit et de la technique est à nouveau patent, mais c'est surtout la difficulté à anticiper les conséquences puis à maintenir ouverte la diversité de l'écosystème qui apparaît problématique pour une démocratie technique.

Le copyright

La controverse sur le copyright occupe désormais une place permanente dans l'agenda des décideurs politiques et l'arrivée du numérique n'est pas pour rien dans cette tendance. Le numérique démultiplie en effet les supports de publication et les occasions d'infractions au copyright ou au droit d'auteur. Ce sont désormais des individus qui publient, comme le souligne Jessica Litman [2006] et non seulement des éditeurs en relation avec des auteurs. Mais les formes de décomposition/recomposition qui sont au cœur de la création numérique provoquent aussi des situations inédites de mixage, de *mash-ups*, dont les fondements juridiques demandent à être établis. Cependant, dans ce contexte de créativité et de publication amplifiées par le numérique, l'offensive des ayants droit va exactement dans le sens inverse et provoque en fait la crise que l'on connaît actuellement, selon Lawrence Lessig. Le copyright a été institué à la fin du XVIIIe siècle dans la constitution des États-Unis elle-même (1787) pour inciter à la création : à cette époque,

la durée du monopole sur les créations était de 14 ans (et de 4 ans pour les brevets) et rares sont ceux qui contestent les effets bénéfiques d'une telle disposition qui établit des règles mesurées sur la propriété intellectuelle. Dans ces deux domaines, brevets et copyright, la tendance actuelle est à l'extension constante de la durée de monopole qui peut atteindre pour le copyright les 90 ans, ce qui pour L. Lessig [2001] paraît clairement dissuasif pour la créativité.

Le souci de Lessig reste de favoriser toujours la circulation des idées et de limiter les effets contre-productifs des appropriations. Il prend le cas du spectre des radiofréquences qui est un bel exemple de l'invention nécessaire pour composer un monde commun socio-technique. En effet, en raison de la rareté supposée des fréquences (en fait à cause de l'absence d'innovations pour mieux les exploiter), la FCC dut mettre en place un système d'enchères pour certaines d'entre elles, en s'appuyant sur une proposition de Ronald Coase pour supplanter le système des attributions administratives. Voici un cas très clair de régulation d'une architecture technique consistant à la placer sous la loi du marché mais selon des principes contrôlés par les instances étatiques. Le principe des enchères s'est avéré vertueux, comme nous l'avons vu, en ce sens qu'en donnant une valeur économique aux fréquences, il a favorisé l'innovation de façon à multiplexer les signaux pour faire passer plusieurs émissions sur un même canal. Cependant, le système atteint ses limites car désormais, il s'agit avant tout de préserver la rente qui consiste à restreindre l'accès aux nouveaux entrants en refusant l'innovation technique. L'appropriation se retourne contre l'esprit d'innovation au bout d'un certain temps. C'est pour cette raison que Lessig propose de laisser toute une partie des fréquences en « *commons* » pour permettre à des acteurs économiques ou associatifs incapables de jouer dans la compétition des enchères, d'expérimenter de nouveaux principes techniques. Ce modèle est en fait celui d'Internet, où l'ouverture maximale a permis à de nouveaux entrants de tester à faible coût et sans contrainte des innovations qui ont souvent échoué mais ont aussi réussi à des échelles extraordinaires comme le montre le succès des plateformes qui dominent Internet désormais alors qu'elles n'étaient pas issues de grands groupes au départ. Il ne s'agit donc pas de supprimer toute appropriation mais d'éviter qu'elle phagocyte le système pour le rendre contre-productif et donc d'introduire un dispositif pour préserver la diversité.

Dans le cas du copyright, la situation est identique : favorable à l'innovation et à la créativité à l'origine, il s'est aujourd'hui transformé en outil de préservation juridique et commerciale de la rente des ayants droit. Lessig ne propose pas de supprimer le copyright mais d'une part de le ramener à des durées raisonnables et d'autre part d'inventer un nouveau type de reconnaissance du droit de propriété intellectuelle, les « *Creative Commons* ». Les auteurs ne sont pas dépossédés de leurs œuvres mais ils ont le choix des formes de reconnaissance qu'ils veulent adopter, en mettant leurs contenus à disposition plus ou moins commerciale, plus ou moins modifiable selon les licences qu'ils adoptent, toutes exigeant cependant la mention de l'auteur dans toute reprise partielle des œuvres. Ce système des commons s'est largement développé et a inspiré d'autres domaines d'activité, même si les transcriptions dans les droits nationaux ne sont pas toujours aisées [Bourcier et Dulong de Rosnay, 2004]. Mais il faut noter que, dans ce modèle, la régulation revient aux auteurs eux-mêmes et que le droit est lui-même devenu innovant pour prendre en compte les nouvelles évolutions de l'économie de l'attention qui est la nôtre.

Cependant, la tendance dominante a surtout consisté à mettre en place les instruments juridiques et parfois techniques de contrôle d'Internet, comme ce fut le cas en France en 2009 avec la loi Hadopi et l'autorité qui lui correspond (Haute Autorité pour la diffusion des œuvres et la protection des droits sur Internet). La violente controverse qui en est résultée et la faiblesse des résultats voire même de la faisabilité du contrôle des droits sur Internet ont démontré s'il en était besoin la complexité de la régulation d'Internet. Nous avons déjà évoqué dans le chapitre sur l'économie une autre controverse vigoureuse, celle qui a précédé le vote du Parlement européen de mars 2019 pour l'adoption de la directive « copyright » et de son article 13 particulièrement contesté.

Les données personnelles

Les données personnelles constituent un autre domaine de préoccupation plus récent de la part des gouvernements nationaux, plus que des instances d'Internet. À vrai dire, la question a été largement sous-estimée au moment où les grandes plateformes se sont construites et c'est seulement lorsque des innovations quelque peu intrusives se sont développées soit par Google soit par Facebook que les internautes ont réagi parfois avec succès pour faire

avorter des méthodes de captation de données et de traces trop personnelles. Lorsque ces plateformes ont fini par acquérir une position d'oligopole (GAFAM), les gouvernements ont constaté que tout leur modèle économique reposait sur la prédation de ces traces d'activité, et parfois de données nominatives, qui étaient soit exploitées pour proposer des placements publicitaires sur les plateformes elles-mêmes soit revendues à d'autres partenaires.

Les travaux de sciences sociales ont dû en premier lieu bien identifier le problème car la nature des traces et leur connexion avec les enjeux de *privacy* ne sont pas toujours si simples à effectuer : un clic ne vaut pas un numéro de téléphone, un *like* n'a pas la même portée qu'un numéro de carte bancaire. Dominique Cardon [2015] a proposé une typologie des traces qui les distinguent radicalement des données personnelles alors qu'elles constituent pourtant la source des revenus des plateformes par leur réutilisation sous forme de *targeting* (regroupement de types de clients potentiels par les algorithmes à destination du marketing) qui peut aller jusqu'à du *profiling* (recoupement individualisé de données). Ces distinctions entre le lien, le *like*, la vue et la trace sont importantes et nécessitent d'aller au cœur même du métier des producteurs/analystes des données que sont les plateformes et les agences qui travaillent avec elles, de façon à éviter de proposer des diagnostics peu opérationnels et peu fondés empiriquement.

Cependant, des cadres théoriques ont été produits pour repenser la régulation des données personnelles dès lors qu'elles sont captées par divers grands opérateurs sur les réseaux. Certains acteurs avaient prétendu que, dans tous les cas, la *privacy* n'avait plus grand sens sur Internet et d'autres comme Clay Shirky, tout en reconnaissant tous les apports des réseaux sociaux comme *Cognitive Surplus* [2010] avaient alerté en 2007 sur les risques de la disparition de la notion même de *privacy* avec Facebook. Dans cet espace semi-public semi-privé, personne ne considère incorrect d'écouter les conversations des autres comme on le fait dans un lieu public, ce qui peut entraîner pour toute une génération la perte d'une notion qu'ils n'auront même jamais connue, tant ils auront vécu dans un monde de surveillance. A. Casilli [2013] a bien montré comment l'idée de la disparition de la vie privée relevait en fait du « *wishful thinking* » de la part de prédateurs des données personnelles car il n'existe aucune baisse de l'exigence de respect de la *privacy* dans le public. Alain Rallet et Fabrice Rochelandet [2011]

discutent cette faisabilité de la régulation dans le contexte du Web relationnel qui conduit les auteurs à parler de « déficience structurelle de la régulation ». Lorsque les sources sont mal identifiées et les effets indirects et difficiles à observer (comme la discrimination à l'embauche), les externalités négatives générées par cette exploitation de données personnelles deviennent difficiles à éviter surtout lorsqu'il faudrait agir avant tout sur l'émetteur quand ces données sont délibérément publiées. Il faut ainsi distinguer les données personnelles 1/ fournies (publiées, renseignées), 2/ observées, 3/ dérivées ou 4/ inférées, distinctions qui indiquent que toutes les traces d'activité les plus élémentaires peuvent devenir « personnelles » au sens où elles peuvent être associées, corrélées et modélisées pour revenir à des profils individuels, aisément reconstituables à partir de trois traces bien différenciées. La régulation *ex ante* ou *ex post* de tels ensembles de traces ne peut en effet reposer sur les mêmes dispositifs qu'ils soient fondés sur la technologie (*Privacy Enhancing Technologies*, *Privacy-by-design*), sur la loi (droit à l'oubli, directives européennes), sur la norme (éducation, rôle des collectifs dans la réputation de firmes non respectueuses de ces impératifs) ou sur le marché (pour reprendre les distinctions classiques très utiles de Lawrence Lessig).

Les travaux des sciences sociales, dans leur version empirique, ne peuvent éviter de se trouver pris dans ces débats essentiels pour le maintien de la confiance dans les échanges sur Internet. Rallet et Rochelandet font l'inventaire de trois stratégies possibles pour les personnes : la clandestinité (mais aller sur le net, c'est inévitablement laisser des traces), la contre-information (ne fournir que des informations contrôlées… et croire qu'on a le contrôle de toutes les autres traces !), la multiplication des identités (avec clivage en utilisant un ou des pseudonymes comme nous l'indiquions pour les adresses poubelles). Les débats qui ont lieu depuis l'initiative européenne sur le « droit à l'oubli » confié de fait à Google (et aux autres moteurs de recherche) introduisent certes de fait un droit au déréférencement mais en l'abandonnant aux plateformes et sans entrer dans toute la subtilité technique des traces et des conséquences de leur captation incontrôlée. Michel Arnaud et Louise Merzeau [2009] ont aussi proposé de distinguer plus nettement « identification » et « authentification » et de mettre en place un véritable « *habeas corpus* » numérique pour sortir de ces contradictions : on mesure cependant l'ampleur de la tâche et aussi comment les sciences sociales se

trouvent directement engagées dans le débat politique pour accompagner l'émergence de nouvelles normes puis de nouvelles lois.

Il reste que ces données personnelles sont souvent conçues de façon trop substantielle alors qu'elles sont prises dans des transactions, trop localisées alors qu'elles circulent par définition, et donc trop propriétaires alors qu'elles sont relationnelles. Le modèle d'un « *personal data ecosystem* » qui serait centré sur la personne met surtout en évidence une approche sociologique très « égocentrique » alors même que les réseaux provoquent des circulations de traces, d'attributs de profils, qui sont très partielles, très éphémères et très partagées. Pour répondre à ce défi, nous avons proposé le concept d'habitèle [Boullier, 2011, 2019] qui permet de traiter la nouvelle enveloppe que les humains se créent (après l'habit, l'habitat et l'habitacle), faite de données mais non centrée sur leur ego mais sur les engagements situationnels et les affaires (ou *issues*) qu'ils doivent résoudre.

Le RGPD a cependant changé le cadre de captation des données personnelles en Europe mais aussi au-delà, dans le monde qui s'en inspire dans plusieurs pays, nous l'avons souligné dans la partie historique. Il a engendré une frénésie de rédaction de documents conformes, de demandes faites aux utilisateurs pour toute interaction avec un système d'information. Il n'est pas certain que la conformité véritable soit au rendez-vous car cela supposerait des corps de contrôleurs (et non seulement des saisies des agences de régulation sur plaintes) et il n'est pas certain non plus que cet excès de zèle soudain n'entraîne pas des mouvements de mises en conformité abusives par précaution qui rendent certains travaux très difficiles à réaliser. Mais le signal institutionnel est fort et constitue une rupture avec la période des barbares. Il faudra encore beaucoup d'étapes pour une mise en œuvre aboutie. Il ne faudrait pas ignorer d'ailleurs que les données personnelles qui sont ainsi protégées sont moins importantes pour les plateformes commerciales que les traces de très bas niveau (comme une séquence de clics). On aura du mal à qualifier ces traces de « données personnelles » du moment qu'on autorise la traçabilité dans des conditions générales d'utilisation (CGU), traces anonymisées certes mais devenant significatives lorsqu'agrégées avec d'autres traces pour former des *patterns* de comportements sur des volumes élevés. Le recul manque encore pour des travaux de recherche documentés sur la façon dont est mis en œuvre le RGPD dans les entreprises, dans les organisations et sur ses effets sur les pratiques des internautes.

Les grandes « institutions » de régulation d'Internet

Il est frappant de constater comment un réseau aussi pervasif (qui pénètre tous les domaines) qu'Internet a pu se développer sans cadre juridique fortement installé pour assurer sa gouvernance. Non qu'il n'existe pas d'institutions en charge de telle ou telle partie du réseau, au contraire, on peut même dire qu'elles ont proliféré comme une réponse ad hoc à chaque nouveau problème. Face à cette prolifération, la prétention à établir une autorité du type Nations unies qui prendrait le leadership dans la gouvernance d'Internet reste l'horizon de certains politiques mais n'a à peu près aucune chance de se réaliser car l'histoire de la gouvernance des grands systèmes techniques mondiaux n'a jamais suivi cette voie. Lorsque des instances de normalisation internationales (c'est-à-dire où les nations sont représentées) se sont mises en place comme pour les télécommunications (ITU, International Telecommunications Union, la première à être créée, notons-le, en 1868) ou pour les chemins de fer, les États n'ont jamais été seuls à organiser ces instances.

Les compagnies privées ou publiques ont toujours eu leur place et souvent une place prépondérante, accrue par le fait que l'expertise technique leur appartenait bien plus qu'aux États le plus souvent. Les divers groupes d'experts qui sont alors constitués à titre plus ou moins consultatif puisent aussi largement dans des cercles plus larges, souvent plus proches des entreprises que des administrations. L'ITU a désormais adopté un statut de parties tierces qui permet de faire payer l'obtention des informations confidentielles sur les négociations en cours, ce qui assure un modèle économique pour l'organisation mais modifie considérablement les principes mêmes de la participation à ces instances. Le degré de contrainte des normes ainsi produites est lui aussi variable et l'on sait que des usages politiques en furent souvent faits, par exemple à des fins protectionnistes.

Il faut noter cependant que le secrétariat de l'ITU est assuré par la Suisse, donc par un pays et non une instance internationale : il se trouve que c'est la configuration que nous retrouverons pour l'ICANN, qui gère les noms de domaine d'Internet, statut qui scandalise pourtant. La tentative pour créer un sommet mondial pour la société de l'information (SMSI) était une façon quasi onusienne mais citoyenne de reprendre la main sur la gestion d'Internet en mettant l'accent sur la participation des organisations non gouvernementales. Le succès de participation du sommet de Tunis en 2005 n'a cependant pas été suivi par des réalisations probantes et la coopération

s’est enlisée sans objectif opérationnel réellement assigné dans un environnement en constante évolution qui demande une réactivité forte.

L’évaluation des types de régulation faite par Badouard et Musiani [2012] à partir des instances principales d’Internet permet de comprendre à quel point Internet s’avère être d’une complexité analogue à celle de la régulation du climat. La comparaison précise de Badouard et Musiani met en évidence la diversité des formats de gouvernance selon plusieurs critères : l’intégration des parties prenantes (plus ou moins ouverte), la procédure de décision (plus ou moins autonome et performante), l’évaluation des actions mises en place (plus ou moins ouverte). Sur tous ces points, les auteurs constatent la grande diversité des modes d’organisation de la production de la norme. Mais ils remarquent aussi à quel point une organisation comme l’IETF notamment, en charge de la production des standards d’Internet à travers ses *working groups* (WG) et ses RFC (*requests for comments*) parvient à assurer de bonnes performances sur les trois ensembles de critères, puisqu’elle reste ouverte à tout individu (à supposer qu’il soit familier de l’anglais et de l’informatique, qui restent des prérequis) tout en assurant un pouvoir d’imposition effectif à ses standards. Sa totale indépendance par rapport aux pouvoirs politiques tranche par rapport aux autres institutions de régulation plus classiques comme l’ITU ou d’autres plus militants comme l’IGF (*Internet General Forum*), pour des raisons différentes, mais en général à cause du faible impact de leurs décisions. Il est donc nécessaire d’être attentif à ces formes innovantes de gouvernance qui diffusent par ailleurs leurs modèles ouverts et consensuels, que ce soit sur Wikipédia ou même dans des organisations politiques comme les Partis Pirates qui se sont développés depuis la fin des années 2000 en Europe et pronent une démocratie liquide. Ces institutions sont sans doute en train d’expérimenter ce qui pourrait devenir le futur d’une démocratie plus procédurale et plus « *accountable* » et dans laquelle les questions scientifiques et techniques pourraient être traitées sérieusement.

Un enchevêtrement d’instances… qui fonctionnent !

Le tableau général des instances de régulation d’Internet mérite d’être présenté sommairement pour bien comprendre la diversité des modes de régulation présentés par Badouard et Musiani.

L’IAB (*Internet Architecture Board*) est responsable du développement technique d’Internet. Il supervise, guide et valide les travaux de deux

groupes de recherche : l'IETF et l'IRTF. L'IETF (*Internet Engineering Task Force*) est une organisation de groupes de recherches (*task forces*) sur le développement technique d'Internet à court terme. Ces groupes sont coordonnés par l'IESG (*Internet Engineering Steering Group*). L'IRTF (*Internet Research Task Force*) est chargé de la réflexion sur le développement à long terme d'Internet. L'ISOC (*Internet Society*), établie en 1992, assure le financement et la défense des intérêts de ces instances. Instance neutre et internationalement reconnue, l'ISOC est à l'origine de nombreuses initiatives qui influencent le développement d'Internet. Elle est donc la principale organisation à caractère explicitement inter-national quand bien même ce ne sont pas les gouvernements qui sont représentés mais les 85 chapitres nationaux. Les valeurs d'Internet sont supposées être portées par ce type d'instance : non-discrimination, accessibilité, interopérabilité, droit d'accès universel. Mais il faut bien reconnaître que les décisions opérationnelles qui impactent réellement le fonctionnement d'Internet sont prises plutôt au sein de l'IETF.

L'IETF, établie en 1986, est clairement orientée architecture technique alors que l'ICANN est centrée sur les adresses et noms de domaine. C'est un espace de coordination informelle entre acteurs et non de régulation et pourtant, c'est à travers elle que s'implémentent tous les nouveaux standards d'Internet. Ses membres n'ont pas de statut officiel car elle est constituée de volontaires qui se portent candidats en leur nom propre et qui s'organisent en *working groups*. Ses domaines d'intervention sont : les applications, Internet en général, les opérations et le management, les applications temps réel et les infrastructures, le routage, la sécurité, le transport. Cela permet de couvrir tout ce qui relève des architectures d'Internet avec un souci majeur, celui de l'interopérabilité car c'est la condition de survie du réseau comme réseau des réseaux.

Son mode de décision est inconnu dans les grandes organisations internationales ou les instances de normalisation et mérite d'être détaillé pour bien percevoir la distance culturelle qui s'installe entre formes de gouvernance. Les accords sont obtenus par « *rough consensus and running code* » à travers des publications de RFC (*Request for Comments*), qui sont devenues les procédures communes à l'ICANN et au W3C. Pour chaque RFC, l'« *Editor* » attribue un numéro, jamais amendé, mais révisé et lui donne un statut : *informational*, *experimental*, *best current practices*, *standard tracks*, *historic* (= obsolète). Certaines des « *Standard-tracks*

RFC » sont approuvées par IETF et constituent les nouveaux standards d'Internet (différent des *Internet drafts*). Il n'existe pas de comité spécialisé comme à l'ISO. Malgré un caractère nettement informel, et des délais que l'on pourrait supposer longs pour obtenir des consensus dans un environnement concurrentiel et comportant des philosophies techniques différentes, l'IETF a fait la preuve de sa réactivité et de sa capacité à faire avancer un Internet en croissance exponentielle. Notons que dans ces instances, les États et leurs représentants n'ont aucune place en tant que tels et que cette arène est ainsi réservée de fait à un groupe d'ingénieurs anglophones, ce qui cependant ne semble pas remettre en cause sa légitimité.

L'étrange gouvernance des noms de domaine par l'ICANN

La situation n'est pas tout à fait identique pour l'autre instance clé de régulation d'Internet, souvent controversée et très longuement étudiée, l'ICANN, qui a succédé en 1998 à l'*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers* (IANA). L'IANA gère les adresses IP qui sont fournies à chaque machine (et par là tous les problèmes nés de l'extension à IP v6 qui permet déjà de fournir des adresses à des milliards d'objets) mais aussi les noms de domaine qui sont décisifs pour le routage des paquets transmis sur les réseaux. L'ICANN gère les TLD (*Top Level Domains*) qui comprennent les *Generic* (gTLD, ex. : .com) et les *Country Code* (ccTLD, ex. : .fr, .de). L'ICANN ne se contente pas de définir des règles, elle administre techniquement les serveurs racines de ces noms de domaine (13 racines répliquées dans le monde entier). Mais la gestion de certains, tels que la principale extension commerciale (.com), est confiée à une société privée américaine Verisign, ce qui entraîna des conflits sur la neutralité de cette gestion en 2003 notamment. La particularité de l'ICANN la plus contestée par la communauté Internet comme par les États tient à son statut d'association à but non lucratif de droit californien. La contestation était encore plus vive lorsque l'ICANN dépendait d'un contrat avec le Department of Commerce (*Joint Project Agreement*) qui fut cependant modifié le 30 septembre 2009 pour passer à un « *Agreement of Commitments* » (AOC) pour finalement être totalement supprimé en 2016. Officiellement, donc, l'ICANN n'est plus sous tutelle américaine quand bien même elle reste de droit californien.

Cependant, cela n'a pas suffi à laver les activités de l'ICANN du soupçon de contrôle par les États-Unis au service de leur hégémonie sur Internet.

L’un des exemples flagrants fut le délai mis par l’ICANN pour gérer les adresses en écritures non latines. Cette mesure, indispensable pour la diversité linguistique, fut seulement mise en œuvre en 2008, mais la Chine avait saisi ce prétexte en 2006 pour créer son propre DNS. Désormais Internet est divisé en deux grands systèmes d’adresses, celui de l’ICANN et celui de la Chine, mais certains autres pays comme l’Iran ont déjà menacé de faire sécession. La bataille sur le contrôle de ces instances peut ainsi aboutir à une balkanisation d’Internet qui serait la négation de son principe même. Viviane Reading, en tant que commissaire européen, avait fait une proposition pour que l’ICANN quitte la tutelle du DoC US et prenne un statut privé sous tutelle d’un G12 mais les gouvernements n’ont pas avancé dans ce sens face au refus très net des Américains de tendre vers un modèle onusien qu’ils critiquent fortement.

La définition des noms de domaine pour les « *country codes* » est un objet politique d’intérêt majeur cependant et devrait relever d’un accord international car il contribue à une carte des territoires éminemment politique. Ainsi la Catalogne a dû batailler de longues années pour obtenir son. cat en 2011 car les « country codes » avaient été définis à l’origine de façon sommaire par Jon Postel, l’un des architectes d’Internet, en prenant appui sur les codes ISO des pays, ce qui constituait une forme de reproduction de l’ancien régime des territoires. Depuis juin 2011, l’ICANN a acté la fin des restrictions sur les noms de domaine premier niveau (.travel, .mobi, .jobs, .biz, .aero, .xxx) et lancé fin 2013 des nouveaux gTLD, ce qui a permis d’accorder une visibilité certaine à des régions comme la Bretagne (.bzh) ou à des villes (.paris). Mariannig Le Béchec [2014] a montré tout le travail politique nécessaire dans les territoires pour faire exister une nouvelle version, numérique, de ces « communautés imaginées » [Anderson, 1991] en suivant les contraintes posées par l’ICANN. Mais cette gouvernance des noms de domaine reste complexe car des instances nationales sont chargées de les contrôler (en France, l’AFNIC) tout en déléguant à des entreprises la gestion opérationnelle de cette administration. Car tout le système est en fait devenu un enjeu économique majeur à l’origine parce que la concurrence sur certains noms de domaine était forte. Pour s’assurer de la fiabilité des organisations qui gèrent chaque nom de domaine, l’ICANN pose de nombreuses conditions dont un dépôt de 185 000 US$ et une cotisation de 25 000 $ par an pour le conserver (en dehors des enchères lorsqu’il y a concurrence). Les litiges peuvent être nombreux en raison du *cybersquatting*

qui permet à certains de s'approprier les noms de domaine potentiellement attractifs pour les revendre ensuite aux entreprises ou institutions concernées si elles avaient oublié de les réserver à temps. Les procédures de décision relèvent la plupart du temps de l'arbitrage, désormais largement pratiqué dans le droit des affaires mais qui fait la part belle au rapport de force entre les parties prenantes et qui laisse les termes de l'accord dans l'opacité complète.

La composition entre l'enjeu politique majeur d'une forme d'état-civil des entités du monde présentes sur Internet et l'enjeu commercial lié aux marques et au mode de rémunération de l'ICANN rend difficile la lisibilité de cette institution, redoublant ainsi son problème d'entité américaine gérant une instance à vocation globale. À ces deux problèmes s'ajoute celui de la place des internautes et des citoyens dans la gouvernance d'un tel ensemble. L'ICANN a tenté de faire voter les internautes pour un représentant de l'« *Internet-at-large* » en 2000 : cette unique tentative a été un échec (73 000 votants seulement) car aucune procédure claire n'avait été établie et l'ICANN n'a jamais renouvelé l'expérience. Le SMSI de 2005 a fait naître l'IGF (*Internet Global Forum*) qui est resté en panne et n'a donc pas pu peser sur ces évolutions de l'ICANN.

La gouvernance d'Internet constitue ainsi une expérimentation de gouvernance internationale à ciel ouvert, mais largement dominée par les ingénieurs, les logiques commerciales et les États-Unis. Les gouvernements (G8) ont annoncé en 2014 qu'ils mettaient cette question de la gouvernance d'Internet à l'ordre du jour mais il est assez réaliste d'être quelque peu sceptique sur leurs capacités à reprendre la main sur un système qui a désormais ses traditions et ses procédures, certes développées *ad hoc* mais qui ont pour l'instant maintenu Internet en état de marche malgré l'incroyable complexité croissante du système.

Une autre gouvernance est possible : Wikipédia

Par contraste et en complément de ces enjeux de gouvernance globale d'Internet, où l'on voit des inventions procédurales se mettre en place, il est utile de se pencher sur l'un des plus grands succès d'Internet, Wikipédia, et de tenter de comprendre comment une telle initiative a pu se maintenir et atteindre un tel niveau de qualité en pratiquant une gouvernance totalement originale et réellement en phase avec l'esprit des pionniers d'Internet.

Nicolas Jullien [2011] a réalisé une revue de la littérature approfondie sur Wikipédia et Dominique Cardon et Julien Levrel [2009] ont étudié en détail sa gouvernance et nous suivrons leurs analyses sur ce point. Il est important de souligner à quel point l'esprit d'innovation *bottom-up* des pionniers s'est en général transformé en plateformes commerciales puissantes (Google, Facebook) alors que Wikipédia est restée collective, distribuée, non commerciale, etc. Imaginons ce qu'aurait pu être un moteur de recherche géré collectivement, un réseau social géré non commercialement et de façon transparente et en *open source* (comme a tenté de le faire Diaspora) : il est probable que la face du monde en eût été changée.

Et pourtant Wikipédia, en conservant ces principes collaboratifs, connaît un succès remarquable puisqu'il s'agit du 5e site le plus consulté au monde, comportant 2 millions d'articles en 2019 en français, 5,8 millions en anglais, assurant une qualité désormais testée et reconnue lorsqu'on la compare aux traditionnelles encyclopédies. Bref, Wikipédia représente le triomphe d'une forme de *crowdsourcing* car la qualité s'avère directement dépendante du nombre et de la variété des contributeurs mais aussi de l'intensité de la discussion et du nombre de commentaires. Les conditions d'un tel succès ont été décrites dans plusieurs travaux : la division du travail en tâches modulaires pour faciliter la coopération entre pairs [Benkler, 2006], l'absence de plan *a priori* et d'autorité hiérarchique [Foray et Zimmerman, 2001], la prise de décision par consensus [Aguiton et Cardon, 2007], l'acceptation de degrés divers de contributions et de coopération faible ou forte [Aguiton et Cardon], l'importance de la reconnaissance symbolique et des récompenses dans la motivation des acteurs [Ashton, 2011] et la nécessité de décentraliser à l'extrême le pouvoir de sanction [Orstrom, 2010].

Pour Cardon et Levrel, c'est bien le wiki, comme architecture technique, qui agit comme le cockpit de Hutchins pour la cognition distribuée, en produisant les conditions de ces comportements, et non les valeurs ou les qualités intrinsèques des participants. Les participants s'intègrent à la communauté wikipédienne progressivement et le font en partant d'actions élémentaires et non sur la base de principes ou d'une idéologie de départ. Les principes de départ étaient plutôt méritocratiques à la mode universitaire puisque les fondateurs étaient de ce milieu (comme tout Internet) mais en 2001, ils ont ouvert leur wiki à tous et les modes de coopération ont changé, ce qui les a contraints à inscrire ces principes dans le wiki lui-même, dans ses procédures. C'est ainsi que sont nées les procédures de réversibilité (on

peut écrire mais on peut aussi effacer et revenir à la version de départ), d'explicitation des règles auxquelles on se réfère (citer ses références), d'absence de punition au profit d'un échange et d'une surveillance mutuelle. Ainsi l'absence de critiques aux personnes mais seulement aux comportements fait une différence immédiatement perceptible par rapport à tous les forums, et se traduit par l'impossibilité de tout argument d'autorité (lié au statut des personnes).

Cette séparation des jugements sur les contenus et sur les personnes est inscrite dans les procédures mais aussi portée par une éthique de la « bonne foi » toujours supposée chez les nouveaux arrivants ou chez les fauteurs d'infraction. La procéduralisation conduit cependant à l'hégémonie de quelques-uns qui connaissent la procédure, un classique de la sociologie des organisations mis en évidence par Crozier et Freidberg, puisque cette connaissance des procédures constitue l'une de leurs quatre ressources du pouvoir. Cette forme de bureaucratisation est cependant combattue par une éthique diffusée largement. La coveillance porte en fait seulement sur la procédure, sur la vérification des sources, etc. et non sur les contenus en tant que tels et c'est ainsi que Wikipédia a pu obtenir la qualité d'articles qui lui est reconnue.

L'étude de cette gouvernance de Wikipédia réalisée par Cardon et Levrel montre bien les spécificités de cette encyclopédie en ligne et le travail énorme de maintenance qui est nécessaire mais ils soulignent aussi que cela s'inscrit dans une tendance générale dans le numérique à l'organisation selon des principes émergents comme c'est le cas pour les communautés du logiciel libre et pour l'IETF. Les auteurs rappellent d'ailleurs cette phrase slogan de David Clark de l'IETF : « *We reject : kings, president and voting. We believe in : rough consensus and running code* » [IETF, 1992]. Slogan que nous avons cependant proposé d'amender désormais en y ajoutant : « *and apologies !* » pour rendre compte des effets de cette gouvernance lorsqu'elle est étendue à la puissance financière des grandes plateformes agissant par passage à l'acte systématique au mépris du droit et de la politique.

Conclusion

Pour reprendre Françoise Massit-Folléa [2013] dont les travaux sont centrés sur cette gouvernance d'Internet depuis de nombreuses années, « le suivi et la régulation d'Internet reposent actuellement sur des arrangements de multigouvernance, dans lesquels les contrats mettent en cause les lois, les décisions des États ne s'harmonisent pas à l'échelle internationale, les organismes sectoriels manifestent des intérêts opposés et coopèrent rarement. Le pluralisme normatif reste à construire ». Et le principe du « *multistakeholderism* » qui dilue les États parmi les autres participants maintient en fait l'influence des mêmes entités, entreprises ou institutions. F. Massit-Folléa reprend la piste des « *commons* » en cours de construction et plutôt des « semi-communs », comme le dit James Grimmelmann [2010]. Benjamin Loveluck [2015] considère, lui, que la théorie politique libérale est reformulée en un « libéralisme informationnel » fondée sur les flux d'informations. Dans une approche pluraliste ancrée dans les observations des spécificités du numérique, il distingue trois modalités de gouvernance : la captation (par les plateformes), la dissémination (modèle du pair à pair) et l'auto-institution (modèle de Wikipédia).

Nous avons par ailleurs considéré en étudiant les enjeux des données personnelles qu'elles ne pouvaient en aucun cas être régulées par une conception positiviste de la propriété privée mais qu'elles relevaient plutôt de ce que Marc Bloch [1939] appelait un régime de « participation juridique » observable au Moyen Âge précisément pour les communs, avant que la mise en œuvre de principes de propriété exclusive n'aboutisse aux enclosures et à l'exode rural massif vers les villes et les manufactures. Il est probable qu'il nous faudra apprendre à vivre pour longtemps dans un monde fait de participation juridique dans lequel plusieurs statuts et plusieurs droits (dont celui que fait le code) s'entremêlent, pour trouver des solutions pragmatiques sans référence à des principes supérieurs intangibles comme ont pu le faire croire les modèles idéalistes de gouvernance moderne, souvent affirmés mais jamais applicables. Ce retour à des temps pré-modernes, du point de vue du droit, à l'ère du numérique, serait ainsi un

paradoxe assez utile pour s’engager dans la voie d’une seconde modernisation.

1. http://interstices.info/upload/vote/Crypto-gram-11-06.pdf

Chapitre 6

Les humanités numériques et au-delà

Dès avant les années 1990, les sciences sociales, et tout le champ que l'on appelle désormais de façon sans doute trop rapide les « humanités numériques », se sont trouvées affectées par l'invasion du numérique dans toutes leurs activités, ne serait-ce que par l'utilisation généralisée de la micro-informatique. L'histoire de cette discipline naissante et les enjeux de sa construction ont été établis notamment par les ouvrages dirigés par Pierre Mounier [2012] et par Olivier Le Deuff [2014], en particulier dans le chapitre rédigé par Olivier Le Deuff et Frédéric Clavert. Cependant, la mise en réseaux du numérique avec le Web a constitué sans aucun doute un tournant, long à prendre mais désormais irréversible. Le numérique n'est pas seulement un outil de productivité grâce aux tableurs ou aux traitements de texte, il est devenu une architecture de connaissance collective qui organise les échanges, les publications (éléments clés de l'activité scientifique depuis toujours), un support de collecte et de production de données non textuelles, images et réseaux notamment, un dispositif d'équipements partagés de calcul, d'archivage voire de modélisation. Tous ces aspects ont cependant commencé à modifier en profondeur les pratiques des sciences sociales elles-mêmes, leurs frontières et leurs critères d'excellence. Mieux même, la puissance de calcul et de suivi des traces numériques pose clairement la question du rôle des sciences sociales dans la production générale de réflexivité qui était leur mission jusqu'ici.

Les sciences sociales peuvent-elles se contenter d'être numérisées (dans leurs méthodes de travail), peuvent-elles se contenter de traiter de sources numériques avec leurs catégories classiques ou doivent-elles réviser les paradigmes qui les ont fondées pour tenir compte de la nouvelle réalité produite par les plateformes numériques ? S'il est vrai que nous avons les sciences de nos outils comme le dit Bruno Latour [2006], il devient nécessaire de s'interroger sur les sciences sociales que nous voulons et qui

sont suscitées par les entités qui deviennent exploitables sur le Web et dans les bases de données.

Nous nous pencherons avant tout sur les sciences sociales en dépit de la tendance contemporaine à labelliser toute cette mutation sous le terme d'« humanités numériques ». Les études de littérature ont par exemple constitué des méthodes qui sont extrêmement stimulantes pour les sciences sociales. Franco Moretti [2013] en particulier avec son principe de « *distant reading* » a fait prendre un tournant radical à ces études littéraires. Le choix délibéré de ne travailler que sur des entités élémentaires comme des titres, ou sur des catégories comme des genres ou sur des noms de personnages, indépendamment de la « substance » d'un roman ou d'une pièce, permet de faire émerger sur la longue durée et sur des volumes importants (des dizaines de milliers de titres parfois totalement oubliés) une intelligence nouvelle des phénomènes culturels. La parenté avec les sciences sociales est certaine en matière de constitution de corpus, de réduction à des indices (*clues*) et de mobilisation d'algorithmes spécifiques. L'approche de Moretti est en effet avant tout historique, et la découverte des *patterns* dans les corpus qu'il traite est permise par les outils de *data science* mais laisse entière la question d'autres corrélations avec des évolutions historiques plus vastes (sans parler d'explications à ce stade). Nous ne pouvons pas étendre ici l'investigation dans toutes ces disciplines, et nous nous limiterons aux sciences sociales.

Le poids des mots

Le travail scientifique a reposé depuis ses origines sur des processus de publication de résultats qui ont assuré une visibilité mais aussi une validation des énoncés par la communauté concernée. La publication était un acte public aux tous débuts [Shapin et Schaffer, 1993], elle s'est petit à petit réduite à des cercles spécialisés en même temps que les expériences se repliaient dans les laboratoires. Les revues, les comités de lecture, les maisons d'édition, les citations, les évaluations par les pairs (des travaux, des laboratoires et des chercheurs) ont constitué des protocoles qui faisaient écosystème, appuyés sur des infrastructures telles que l'imprimé, les bibliothèques, ou la photocopie. L'infrastructure documentaire de production scientifique a changé, pour les sciences sociales comme pour les autres sciences, et ce sont tous les protocoles de validation qui se trouvent mis en cause. D'une certaine façon, les sciences subissent le même sort que toutes les activités de publication que nous avons analysées précédemment. David Pontille a réalisé depuis de nombreuses années des recherches sur ce que le numérique et plus largement la quantification font à l'activité scientifique, en partant des enjeux d'évaluation [Pontille et Torny, 2013] pour les étendre à la pratique de la signature qui devient stratégique. Il distingue ainsi des régimes de signature bien différents : *authorship* (la pyramide autour du responsable de laboratoire dans les sciences de la vie), *contributorship* (décrire précisément les contributions de chacun des auteurs, toujours plus nombreux sur une même publication), *membership* (les équipements et plateformes deviennent des contributeurs en tant que tels). Dans ce dernier cas, les infrastructures semblent reconnues comme agissantes et leur connectivité numérique est évidemment un élément clé pour que soit rendue visible des chaînes de collaboration qui avaient existé de tout temps.

Prenons chacune des étapes de cette publication (sans parler pour l'instant de la construction des données et des arguments). Publier n'est plus une activité rare et dans les sciences sociales, elle était jusqu'à peu centrée sur des œuvres majeures représentées par les ouvrages. La circulation rapide des nouvelles connaissances devient un critère essentiel de visibilité

mais surtout de réputation qui doit se traduire dans des classements individuels et dans des indices de citation des revues et des articles. La productivité scientifique est devenue frénétique, comme le rappelle le slogan « *publish or perish* ». Mais ici aussi, ce n'est pas le numérique qui en est la « cause » mais bien son couplage de fait avec une réforme considérable du régime de publication scientifique directement lié aux contraintes financières imposées à la recherche et à la pression pour un retour sur investissement plus rapide. La recherche est de plus en plus financée sur des projets qui produisent des rapports dont on attend la valorisation par des articles dans les revues reconnues. L'immense littérature grise des sciences sociales n'avait guère d'existence auparavant. Avec les systèmes de publications ouvertes, les archives ouvertes des diverses disciplines, tous ces rapports, tous ces « *working papers* » sont désormais disponibles, bien que parfois difficiles à repérer. Mais alors la validation scientifique ne fonctionne plus avec les procédures et les médiateurs installés. La guerre est ouverte désormais entre les bibliothèques et les éditeurs scientifiques qui pratiquent la vente forcée de bouquets numériques et obligent les auteurs à signer des cessions de leurs droits au caractère abusif lorsqu'on admet que les travaux sont produits grâce à des financements publics, évalués bénévolement par les chercheurs et reproductibles à coût marginal zéro puisque numériques dès l'origine.

Depuis 2000, les éditeurs scientifiques ont profité du numérique pour augmenter leur contrôle du secteur et leur rente, mais cette stratégie finit par produire en ce moment un effet de boomerang qui est exactement identique à celui observé pour la musique : les circuits dits illégaux de partage se développent mais les espaces de publication comme les critères de validation sont eux-mêmes remis en cause par l'*open access* [Dacos et Mounier, 2010]. Alors que le numérique est supposé faciliter la circulation des idées par définition, des captations de rente se multiplient pour faire des idées des biens exclusifs. Cependant, des plateformes se sont créées pour rendre accessibles les archives des revues (comme Persée en France) et la France s'est dotée en 2018 d'un « Plan Science ouverte ». Des principes comme FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Re-usable)* tendent à s'imposer internationalement pour toutes ces pratiques, qui vont de fait à l'encontre des modèles économiques des grands éditeurs scientifiques. Des négociations en France et en Europe se déroulent très activement pour définir les délais d'« embargos » ou de « barrière mobile » pour l'accès

gratuit car, en dehors des grandes plateformes éditoriales américaines, tous les acteurs de la chaîne de l'édition sont conscients qu'une évolution du cadre légal est nécessaire. Mais l'évolution reste très conflictuelle et les grands groupes d'édition scientifique comme Springer, Wiley ou encore Elsevier (qui a réalisé 36 % de marge brute en 2016), ont été confrontés à la fronde des grandes bibliothèques de plusieurs grands pays qui se sont désabonnées de leurs bouquets (et, premier cas aux États-Unis, Universtiy of California a rompu en mars 2019 avec Elsevier). L'Union européenne a d'ailleurs acté que, à partir de 2020, tous les travaux qu'elle finance devront être publiés en *open access*. Cela a débouché sur des compromis étranges puisque les grands éditeurs ont réussi à pousser un modèle d'*open access gold* qui, par opposition au *green*, suppose que les auteurs paient pour que leur publication soit accessible à tous. La prolifération des revues toutes récentes fonctionnant de cette façon pour assurer une visibilité improbable est impressionnante et donne une indication de l'intérêt de ce marché en quête de réputation à tout prix. En effet, le numérique a amplifié une telle frénésie des classements, des évaluations, des *rankings*, etc. que tous les chercheurs craignent pour leur réputation, leur visibilité et donc pour leur carrière. Certes, le numérique permet d'équiper la mesure, d'expliciter les qualités des publications, de vérifier leur statut dans l'activité d'une communauté à travers les citations et donc d'amplifier ainsi toute la scientométrie. Mais cette scientométrie n'avait pas vocation à devenir normative : c'est l'invasion d'une logique de *benchmarking* [Bruno et Didier, 2013] qui a fini par la transformer en dispositif de management de la recherche et des universités. Le système de publication scientifique vient ainsi de subir une torsion considérable en deux décennies pour se conformer aux modèles de management libéral de toutes les entreprises, et le numérique en a été un allié remarquable.

Dans certaines disciplines cependant, les chercheurs ont pris l'habitude de tout déposer en prépublication sur un serveur public (ArXiv, dédié aux physiciens à l'origine). Les chercheurs en sciences sociales ont aussi désormais des pratiques régulières de la science ouverte qui ont pu être étudiées sur la durée [Mahé et Prime-Claverie, 2017]. On notera que les historiens sont les plus gros contributeurs sur les deux plateformes du domaine en France (HAL-SHS et Cleo). Clavert et Schafer [2019] font un bilan très complet de cet engagement des historiens dans les humanités numériques

qui débouche notamment sur des usages partagés de plateformes et des publications en science ouverte.

Mais dans le même temps, les chercheurs ont exploité d'autres potentiels du numérique pour valoriser la circulation des idées et leur échange libre. Le numérique offre en effet une chance radicale de remettre en cause la coupure existante entre rapports, documents de travail, ouvrages et articles de revues. La plupart des revues limitent de façon drastique le nombre de caractères des articles, à la fois par inertie créée par les contraintes anciennes de l'imprimé et par souci de ménager l'attention de leurs lecteurs. Mais il devient possible de publier les résultats détaillés, les protocoles, les annexes, les images dynamiques, etc. de tout article en ligne sur un site ou dans des archives ouvertes en lien avec l'article publié sous un format plus classique. Ces publications augmentées commencent seulement à émerger dans les sciences sociales mais devraient faciliter la sortie du modèle de publication malthusien des grands éditeurs scientifiques.

C'est toute la notion de document qui est ainsi remise en cause, dans sa limite phénoménologique mais aussi dans son statut de témoignage ou de preuve de l'état du monde, tel que constitué par les appareils d'investigation scientifique. Le collectif Roger T. Pédauque [2006, 2007] avait lancé un travail fondamental sur cette question, étendue bien au-delà du domaine scientifique et prolongée par les travaux de Jean-Michel Salaun [2012]. La « redocumentarisation du monde » y était annoncée, terme complexe mais qui indiquait bien que toute société produisait ses traces et ses documents, et définissait ainsi une architecture des savoirs qui faisait sens commun ou espace de débat possible. L'utopie d'un Paul Otlet [1934] qui aurait voulu rassembler tous les documents de l'humanité a semblé possible avec le Web mais cet objectif fuit sans cesse car cette technologie a produit un nouveau système documentaire qui produit tant de traces que leur compilation sera définitivement impossible.

Cependant, cette mutation documentaire provoquée par le numérique affecte profondément l'activité scientifique. Tous ses documents intermédiaires, ses sources, son « *back-office* », peuvent désormais être accessibles pour enrichir à la fois l'argumentation, la discussion et la réutilisation. Là encore, la rareté de l'attention disponible devient le problème majeur qui se substitue aux contraintes des espaces de publication et/ou de stockage des documents. Un article était porté par et porteur de profondes ramifications documentaires qui devaient cependant être

tranchées brutalement pour délimiter radicalement ce qu'est le document scientifique publié. Désormais, ces frontières ne sont plus dictées par des conditions techniques et de ce fait, de nombreuses expérimentations sont possibles pour reconstituer de nouvelles conventions documentaires pour l'activité scientifique, en sciences sociales comme dans toutes les disciplines.

Cet accès généralisé aux données, aux traces et aux documents produits par les sciences sociales peut aussi amplifier un phénomène majeur des sciences contemporaines, celui de leur reconnexion explicite avec la société. À vrai dire, la sociologie des sciences avait bien montré comment cette séparation sciences/société et faits/valeurs [Latour, 1990] avait fait l'objet d'un *storytelling* qui était contredit par l'observation, et cela encore plus nettement dans les sciences sociales. Mais il faut noter que les capacités de calcul fournies par le numérique ont pu venir en appui à des tendances à une quantification positiviste qu'on observe notamment en économie et qui vise à rendre la discipline étanche à toute connexion avec les problématiques sociales discutées dans l'espace public. Or, cette circulation des documents rend possible précisément de nouveaux forums ouverts où la production des sciences sociales peut être discutée. Des expériences comme Algopol [Bastard *et al.*, 2013] l'ont montré, avec un dispositif qui incitait à donner accès à son réseau social personnel sur Facebook notamment, qui permettait en retour d'utiliser un outil pour observer ce réseau personnel mais aussi pour avoir accès aux publications des chercheurs. Les sources de données sont désormais produites par les membres de la société volontairement (questionnaires en ligne) ou involontairement (commentaires et autres traces laissées en ligne) et les travaux des chercheurs peuvent eux-mêmes être rendus disponibles auprès de ces « communautés » et discutés. Le courant de la « science citoyenne » constitue désormais un socle pour unifier toutes ces expériences et leur donner un cadre de réflexion pour lequel les plateformes numériques seront utiles pour suivre ces formes d'interaction entre activistes et chercheurs [Hecker *et al.*, 2018]. Ainsi, le site https://www.lafabriquedelaloi.fr/, remarquablement utile pour le suivi de l'activité d'amendement au sein du parlement français, a été réalisé par une collaboration entre les activistes de « regards citoyens », les *data scientists* du Médialab de Sciences Po et les politistes du CEE de Sciences Po.

Il faut souligner enfin, en matière de publication, que le poids des références scientifiques publiées dans les revues et maisons d'édition reconnues est désormais menacé par celles que produisent les moteurs de recherche et plus profondément encore par celles que produit Wikipédia. Les travaux sur l'influence de Wikipédia se sont multipliés ainsi que sur ses modes de validation interne comme nous l'avons déjà indiqué. La façon dont cette plateforme collaborative, gratuite, finit par représenter l'état de tous les savoirs affecte directement les sciences sociales, les chercheurs, les enseignants et les étudiants. Les procédures de validation sont différentes de celles de la communauté scientifique et pourtant ses résultats sont reconnus de qualité remarquable. Les auteurs disparaissent dans le flot des contributions même si leur apport est valorisé et cela crée pourtant un collectif épistémique très productif. Le chaînage des références et les démonstrations sont souvent lacunaires et pourtant les étudiants et de plus en plus souvent les enseignants s'en contentent en première approximation… qui tend à devenir définitive. Les articles sont rédigés comme faisant état d'une question de façon très factuelle et pourtant ils sont discutés avec un enthousiasme et une précision que l'on trouve rarement dans les revues scientifiques pour lesquelles la discussion collective devrait être le nec plus ultra de l'activité scientifique.

Cette histoire n'en est qu'à son début, mais il est probable que toute l'économie de production de la connaissance sera progressivement remise en cause par ces nouveaux dispositifs de publication mais aussi par ceux de production des données, comme nous le verrons plus loin. Non seulement le statut des documents est remis en cause mais celui des auteurs l'est aussi, ce qui devrait être une bonne nouvelle pour une communauté scientifique qui a toujours vanté sa dimension d'intellectuel collectif.

Le choc des photos

Les sciences sociales n'ont jamais ignoré l'image mais ont toujours eu quelques difficultés à en faire des sources d'investigation et des dispositifs d'argumentation. Les cartes occupent une place à part cependant et la géographie a fait partager ses références à toutes les disciplines des sciences sociales depuis longtemps. Mais les images des cyclotrons ou des télescopes de même que celles de l'imagerie médicale restent souvent plus directement exploitables pour les travaux des sciences concernées car l'objet même de l'investigation est constitué par les artefacts de visualisation. Or, publier des photos d'ateliers de production industrielle, des extraits d'émission de télévision mis bout à bout, ou des vidéos d'émeutes urbaines peut être certes marquant et provoquer le choc des photos mais ne sera jamais équivalent aux images scientifiques évoquées. En effet, elles ne sont pas produites par des appareillages scientifiques étalonnés, standardisés, permettant la réplication des expériences.

Il convient donc de distinguer le choc émotionnel, illustratif, d'une image utilisée par les sciences sociales du pouvoir de conviction, voire de démonstration des images scientifiques des sciences physiques ou biologiques (malgré leur caractère entièrement construit et donc discutable). Montrer et démontrer sont deux tâches bien différentes de ce point de vue, même si leur continuité doit être gardée à l'esprit. Cependant, les sciences sociales peuvent désormais montrer de façon parfois spectaculaire de nombreux phénomènes.

Les *cultural analytics* de Lev Manovich [Manovich et Hochman, 2013] relèvent de cette approche. Les éléments visuels (mangas, photos, tableaux) qu'il collecte en masse sont agrégés et présentés sous des formats qui permettent la circulation à l'intérieur d'un énorme corpus, voire même une navigation orientée selon certains paramètres. La démonstration n'est pas vraiment réalisée mais le seul fait d'accéder à ces sources les plus fines tout en pouvant visualiser l'agrégat produit un « effet de connaissance » qui n'a rien de garanti. Il semble que l'évolution de la position de Manovich « d'historien de la culture visuelle moderne et des médias » vers une théorie esthétique est significative de la difficulté à maintenir une interrogation de

sciences sociales quand le traitement des images vise avant tout à produire des effets esthétiques (par la dataviz) qui doivent permettre de réfléchir sur les propriétés esthétiques de la prise de vue d'un ouragan (Sandy) ou des selfies réalisés sur Instagram [Manovich, 2018]. La subculture Instagram (« *instragramism* ») est en revanche très bien documentée sur le plan esthétique et sur le plan identitaire, plus que les variations culturelles d'un pays ou d'une ville à l'autre. La méthode employée par Daniel Gatica-Perez est différente car, même s'il travaille sur des corpus d'images d'Instagram ou d'Airbnb par exemple, dans le projet SenseCityVity, la production d'images est sollicitée par les habitants de Mexico [Ruiz-Correa *et al.*, 2017] puis de trois autres villes mexicaines [Santani *et al.*, 2018] pour provoquer une comparaison des impressions de ville par des *Mechanical Turkers* des États-Unis : les perceptions de la propreté et de la sécurité notamment apparaissent bien différentes, ce qui n'a rien d'étonnant mais se trouve ainsi documenté non plus au niveau de l'expression verbale d'une opinion mais d'une perception médiée par un appareil photo. Cela requiert des supports autres que les revues traditionnelles, toutes incapables de publier de tels corpus bien que ce soit leur mise en forme et leur visualisation qui font émerger le phénomène décrit.

Dans d'autres cas, à l'inverse, le phénomène est faiblement construit et saisi quasi « naturellement » mais son traitement est facilité par les outils numériques, comme dans le cas du suivi vidéo des comportements en public ou de situations professionnelles. Ces comptes rendus vidéo ne sont pas récents mais les anthropologues et les ethnométhodologues notamment en font un usage intensif et spectaculaire [Heath *et al.*, 2000 ; Relieu, 1999]. Mais l'apparente naturalité du terrain ne doit pas faire oublier le formalisme très important de ces approches qui sont devenues expertes en matière de codage de corpus (audio et vidéo) et qui peuvent ainsi constituer des incitations à travailler sur des corpus partagés. Des approches plus éthologiques ont aussi été réalisées, sur les ola dans les stades ou sur les ajustements dans les trafics de piétons [Moussaïd *et al.*, 2010] qui peuvent être utiles à la saisie de tous les phénomènes de propagation *in situ* [Boullier, 2019]. L'intérêt réside dans la production de nouvelles données observées dynamiquement, dans la durée, grâce à des capteurs peu coûteux (des caméscopes ou des détecteurs), des traitements automatiques de certains patterns (ce qui est déjà plus rare) et des outils de montage aisément disponibles pour restituer des résultats de façon synthétique.

L’influence des réseaux

La fascination exercée pendant les années 2000 par les visualisations de réseaux (et du Web en particulier [Ghitalla *et al.*, 2004]) relevait d’un processus intermédiaire : la matière première est produite par les calculs des algorithmes de spatialisation et de clusterisation sur les graphes que l’on peut ainsi visualiser de façon synthétique (un ensemble de sites Web ou un corpus de documents regroupés en *clusters* par les propriétés de leurs liens), mais il est aussi possible d’aller examiner chaque nœud (des sites ou des publications) en détail. On trouvera sur le site de Franck Ghitalla (https://ateliercartographie.wordpress.com/) les dix chapitres des chroniques du Web et les quatre des carnets cartographiques qui permettent de se faire une idée de l’expérience amassée par ce pionnier trop tôt disparu. Dans la lignée de ces approches, une des plus belles réalisations collectives fut l’*Atlas des e-diasporas*, dirigé par Dana Diminescu, qui permet des visualisations d’une trentaine de diasporas sur le Web (http://www.e-diasporas.fr). On a parfois cru pouvoir reconstituer grâce à cette exploration par les graphes [Venturini *et al.*, 2017] une forme de continuité entre les « échelles », ce qui fit dire à Bruno Latour que l’on avait enfin trouvé les outils d’une démarche « qualiquantitative », qui dépasse cette séparation infondée entre méthodes, uniquement produite par les limites des outils précédents. Or, nous l’avons montré [Boullier *et al.*, 2016], le mouvement de zoom dans une visualisation de graphe est fait de redéfinition complète des entités calculées et le plus souvent de changement d’algorithme pour rendre seulement visibles ces grains fins. Ce que les STS nous ont enseigné sur le rôle des médiations techniques dans la production de la connaissance reste entièrement valable. D’autant plus que la continuité ne peut en aucun cas être retrouvée dès lors qu’on entre dans les méthodes numériques qui sont par définition des méthodes de discrétisation, indispensables pour que le calcul se produise, comme nous l’avons rappelé dans une histoire du médialab et des alignements non trouvés entre cadre théorique (l’acteur-réseau) et méthodes numériques [Boullier, 2018]. Comme on le voit, la capacité de séduction des images et de la dataviz peut aussi entraîner des formes de *storytelling* et de méconnaissance qui contredisent le travail réel

effectué, d'une façon toute moderne, mais inversée, c'est-à-dire en recréant des liens là où la technologie les défait.

Les conventions sémiotiques ne sont pas encore suffisamment partagées dans cette dataviz proliférante pour rendre comparables des sets de données, ce que les designers ne peuvent guère produire car leur goût pour l'innovation est sans limite semble-t-il. Et il faudrait aussi disposer des supports de publication référencés capables d'accepter non seulement des publications illustrées par ces images dynamiques mais des argumentations fondées sur une exploration guidée, un peu à la mode des « Webdocs » qui laissent faire une expérience pourtant pré-arrangée au spectateur-lecteur pour mieux lui faire percevoir les phénomènes décrits. Or, cela supposerait de revisiter ce que doit être la narrativité scientifique numérique sans lui plaquer les modèles standards des revues dominantes.

L'attrait des graphes pour visualiser les réseaux du web comme s'ils étaient similaires à des réseaux sociaux de l'analyse sociologique relève quasiment d'un malentendu, que les *data scientists* reproduisent volontiers lorsqu'ils mobilisent les concepts de sociologie des réseaux pour leurs propres expérimentations [Pentland, 2014]. En effet, les analyses sociales de réseaux avaient créé leur territoire et leur tradition [White, 1992 ; Degenne et Forsé, 1994] bien avant que le numérique en réseaux se déploie et propose des données d'activité de réseaux sociaux. La scientométrie [Courtial *et al.*, 1993] avait de son côté développé aussi l'analyse de citation en mobilisant parfois les mêmes fondements mathématiques. Mais, comme nous l'avons vu avec Kleinberg, elle influença largement la conception même des algorithmes qui permirent de calculer les scores des liens hypertextes et des réseaux qu'ils formaient ainsi.

Tout un vocabulaire mathématique semblable fut ainsi partagé alors que les objets et les cadres conceptuels restaient fort différents. Il est ainsi difficile de concevoir que les réseaux décrits par les graphes issus des données du Web ne sont jamais complets, qu'on ne connaît jamais exactement les propriétés sociales des émetteurs de sites par exemple, toutes choses qui sont des prérequis pour faire de l'analyse sociale de réseaux. Mais les mathématiques qui les sous-tendent et les visualisations peuvent avoir des parentés qui pourraient ouvrir des passerelles, qui restent encore à créer. L'artefact mathématique créé dans les topologies du Web est en effet « nativement numérique » [Rogers, 2013] et peut être réduit aisément à ses attributs informatiques déjà donnés, alors que les attributs des entités

traitées par l'analyse sociale de réseaux sont toujours choisis, contrôlés par les chercheurs et se relient toujours explicitement à des propriétés supposées identifiables « dans la vie réelle » .

La confusion s'est accrue avec l'arrivée dans les années 2000 des réseaux sociaux au sens des plateformes de réseaux sociaux désormais connues comme Facebook ou LinkedIn qui ont la prétention (abusive car bien des comptes sont anonymes et « fictifs ») de relier des individus identifiables par leur état-civil, « IRL », dans la vie réelle. Il est désormais possible d'exploiter plus étroitement les concepts de l'analyse sociale des réseaux sociaux et ceux de l'analyse des réseaux sociaux numériques, en particulier pour les réseaux sociaux à vocation professionnelle dont les motivations stratégiques sont supposées plus claires, ce qui n'est observé cependant que pour une partie de leur public. De ces malentendus, est née une forme d'espoir que les sciences sociales pourraient converger vers une science générale des réseaux, en y ajoutant la théorie de l'acteur-réseau pour compléter ce tableau confus à souhait. Nous retrouvons ici la puissance de la métaphore des réseaux que Pierre Musso [1998] avait repérée dans les discours d'accompagnement et qui pénètre ici l'activité scientifique elle-même.

En fait, les analyses sociales de réseaux reposent sur des principes sociologiques, qui peuvent certes avoir des pertinences partielles dans les études des univers numériques mais ne peuvent rendre compte ni de la sociabilité évoquée dans les analyses des usages, ni des principes de connexion de sites Web par attachement préférentiel qui génèrent les topologies du Web. Les nœuds deviennent des acteurs, les *clusters* deviennent des communautés, les distances calculées dans la topologie deviennent des distances sociales, et les attachements préférentiels des liens hypertextes deviennent des stratégies. Pour les analyses moins centrées sur le Web, les *bridges* sont calculés grâce à des scores de *betweeness centrality* et deviennent des intermédiaires, les *brokers* sont des influenceurs qu'on pourrait déduire du réseau des *followers* sur Twitter, etc. Bref, la confusion entre topologies du Web, *data sciences* des réseaux, et sociologie des réseaux peut devenir contagieuse. En matière de théorie sociale, les avancées indéniables des sciences sociales en matière de réseaux sociaux [Lemercier, 2015] ont été trop vite assimilées à des outils d'analyse de ce qui se passe sur le Web et sur les réseaux sociaux numériques. Or, il reste de nombreuses possibilités de points de vue différents sur le social, et surtout,

les réseaux sociaux numériques fournissent des matériaux pour d'autres analyses, que pratiquent d'ailleurs les firmes dominantes dans ce domaine, qui portent sur des grains très fins de comportement, dans lesquels les réseaux au sens sociologique ne sont qu'un des éléments.

Dès lors, se repose la question de la spécificité des sciences sociales appliquées au Web, que certains ont tenté de dénommer « *Web or Internet Studies* ». L'analyse des réseaux et l'exploitation des traces laissées en masse peut-elle générer un domaine spécifique pour les sciences sociales, avant tout en raison des méthodes et des conditions de validité différentes de leurs énoncés ? Certaines tentatives ont été conduites dans ce sens [Wellman, 2004 ; Rice, 2005]. Cependant, elles courent le risque de constituer un secteur autonome de plus dans les sciences sociales à côté de la sociologie des religions, de l'art ou du travail. Tâche nécessaire mais qui passe sans doute à côté de la remise en cause radicale en cours qui nécessite, nous en sommes convaincus, un nouveau paradigme.

La loi des 1/0

Il est certain cependant que le partage d'outils de captation de données, de traitement, de calcul, de visualisation crée un nouvel élan partagé par toutes les sciences sociales et augmente leur puissance de travail. C'est pourquoi les grandes plateformes scientifiques numériques constituées pour soutenir l'activité des sciences sociales sont des étapes essentielles dans leur légitimation pour qu'elles « fassent laboratoire » vraiment. Comme nous l'avons dit, trop longtemps la séparation entre approches quantitatives et qualitatives a affaibli la prétention à la scientificité des sciences sociales, qui acceptaient d'être réduites à des sciences interprétatives pendant que ceux qui osaient déployer des outils de calcul pour traiter des données quantitatives se voyaient taxés de positivisme car tout calcul suppose en effet de verrouiller les possibilités d'interprétation. Les grands équipements ont traité des sujets les moins polémiques comme les archives, mais il est apparu alors que pour les historiens et les archéologues notamment, l'archivage et les taxinomies qui doivent le guider constituent en fait un cœur de métier, propice aux débats, comme le montrent Clavert et Muller [2019]. Néanmoins les corpus partagés se sont multipliés, les indexations se sont normalisées et une base de travail s'est établie. Les grands projets comme *Venice Time Machine* porté à l'EPFL par Frédéric Kaplan ont servi de démonstrateur si convaincant que plus de deux cents partenaires se sont rassemblés pour lancer un nouveau projet européen sur les mêmes méthodes et sur des corpus voisins. La puissance de la visualisation 3D des villes dans le temps a certes servi d'argument pour attirer des partenaires de tous types, mais l'enjeu scientifique est mobilisateur puisque comme le dit Frédéric Kaplan, il s'agit de « redocumenter » le passé pour éviter d'être captifs de séries de données trop limitées au temps présent alors que l'on veut prédire le futur [Kaplan et di Leonardo, 2017]. Le passé est devenu un continent à explorer tout aussi grand en matière de données que celles produites par les plateformes contemporaines. Car là aussi, il est possible de descendre à une très grande granularité, à condition de résoudre comme l'a fait l'équipe de *Time Machine* des questions d'automatisation de la numérisation et de la reconnaissance d'écriture manuelle ou de

reconnaissance d'images parmi des séries de tableaux ou de cartes. Il est nécessaire de chercher des *patterns*, à base d'analyse de réseaux, en bénéficiant des avancées du *Machine Learning*. Les questions scientifiques restent ouvertes, comme par exemple la question de l'apprentissage à Venise dans le temps [Ehrmann *et al*., 2016] et la constitution de l'archive doit préserver cette ouverture tout en facilitant l'accès au corpus à des chercheurs qui auront des préoccupations diverses.

L'archivage, des sources comme des publications, constitue ainsi un terrain de test pour créer les conditions d'une interdisciplinarité car il s'avère rapidement que toutes les disciplines des sciences sociales partagent les mêmes questions et les mêmes impératifs sur ces deux plans. Le traitement quantitatif peut dès lors être mobilisé sur des corpus constitués, avec des approches très différentes. Le traitement des données démographiques ne fera pas appel aux mêmes outils que celui des données linguistiques. Mais la linguistique de corpus qui s'est développée de façon remarquable grâce à cette puissance de calcul du numérique dispose désormais d'outils et de méthodes qui peuvent être empruntés par toutes les disciplines. Cointet et Parasie [2018] ont réalisé un bilan des outils et des méthodes numériques pour traiter les textes qui constitue une base solide pour quelques années, un peu comme Jacques Jenny l'avait fait, en précurseur dans les années 1990 [Jenny, 2002]. Les auteurs font l'inventaire des propositions actuelles, dont le renouveau de la lexicométrie, l'analyse de sentiment, l'analyse stylistique, les réseaux sémantiques, les modèles thématiques (*topic modeling*), les méthodes de plongement de mots (*word embedding*). Toutes ces techniques sont à la fois transversales sur le plan disciplinaire, renouvelées entièrement par les *data scientists* qui s'intéressent eux-mêmes à des objets de sciences sociales en se fondant sur l'analyse de texte et susceptibles d'être affectées par toutes les innovations provenant du *Machine Learning*. Sur ces trois conditions, on mesure à quel point l'analyse des textes, qui reste complexe à conduire, est un carrefour pour les humanités numériques. Les auteurs présentent ensuite plusieurs exemples d'études de cas à caractère sociologique, et notamment cette étude de Julia Cagé : à partir d'un corpus issu des médias collecté par l'INA, en sélectionnant des événements et en utilisant un logiciel de détection de plagiat, son équipe a pu mettre en évidence que 64 % des contenus publiés sont copiés (et non inspirés !) d'un autre média. Cet enjeu de propagation, de réplication et de mémétique, que nous allons examiner

plus loin, est ainsi mis en évidence sur la base de ces outils d'analyse textuelle. Les auteurs voudraient ensuite y ajouter du contexte et de l'extériorité pour mieux comprendre les conditions d'énonciation des textes. Ne serait-ce pas à nouveau chercher une totalité que les méthodes numériques nous obligent précisément à abandonner pour pouvoir rendre comparables et calculables des corpus ? Dans cette transversalité des outils, il n'est pas si facile de garder le cap sur une orientation théorique précise bien ancrée dans la tradition. C'est pourquoi l'approche de Chateauraynaud est remarquable, car elle repose sur une longue expérience de formalisation quasi expérimentale d'une théorie pragmatique du discours et de l'argumentation [Chateauraynaud, 2011] (son sociologue électronique a plus de trente ans, le temps des systèmes experts). Le passage de Prospero à Marlowe indique un changement de technique mais non un abandon de l'axe de recherche, qui doit permettre à l'automate de produire une exploration des corpus collectés en continu à propos de controverses notamment [2017]. Cet apprentissage, qui suppose aussi un apprentissage de celui qui l'interroge, constitue selon l'auteur une forme de « contre-intelligence artificielle » [Chateauraynaud, 2019], quand bien même le dispositif exploite désormais de grands volumes de données, organise son exploration des textes avec des tests de corrélations très voisins de ceux de l'IA actuelle et va même jusqu'à simuler ce sociologue artificiellement intelligent mais surtout équipé d'un impératif méthodologique issu de la tradition pragmatique.

Les sciences sociales ne se développent pas en vase clos, en poursuivant sans répit leur accumulation disciplinaire. L'informatique ne se contente pas d'équiper les sciences sociales, elle ne se contente pas de proposer des outils performants domaine par domaine, elle tend aussi à occuper toute la place pour elle-même ou à favoriser les segments des disciplines qui sont les plus opérationnelles dans l'exploitation des potentiels de calcul et de modélisation informatiques.

Ainsi toutes les disciplines sans exception sont actuellement transformées de l'intérieur par une domination croissante des sous-disciplines fortement marquées par l'informatique. La linguistique que nous venons d'évoquer était sans doute déjà prête pour cela avec les aventures de la grammaire générative entièrement calquée sur des principes algorithmiques mais la linguistique de corpus et le traitement automatique du langage naturel (TALN) occupent désormais tout l'espace. Il devient difficile de contribuer

à une théorie du langage ou des pratiques linguistiques lorsque la conception d'un « langage-étiquette », directement issue de l'informatique et assistée par des statistiques, suffit comme approximation pour réaliser les tâches principales d'analyse de corpus. De même, en géographie, nous l'avons dit, la géomatique écrase de toute sa puissance de monstration les quelques théoriciens qui voudraient encore prétendre qu'il est nécessaire de faire une théorie de l'espace ou de la spatialité. En économie, cela fait déjà longtemps que les approches économétriques ont accaparé les titres et les revues pour rendre la vie impossible à tous ceux qui veulent non seulement « réencastrer » l'économie dans le social mais carrément en finir avec sa séparation disciplinaire.

Les puissances de traitement de données et de modélisation permises par le numérique sont clairement des ressources très avantageuses pour ces approches qui ne se soucient guère de comprendre ce qu'elles font (la définition de l'épistémologie selon Bourdieu) du moment qu'elles peuvent le calculer. La science politique était en partie très dépendante des instituts de sondage pour produire et étudier cette opinion publique qui constituait un objet privilégié. Il lui est désormais possible de se passer de ces instituts pour disposer de ses propres panels en ligne, mais il faudra dire alors en quoi elle se distingue de ces instituts qui ont, de leur côté, amplifié considérablement leur force de frappe en allant chercher cette « opinion » à ce que l'on pense être sa « source », dans les conversations ordinaires qui se tiennent sur le Web et les réseaux sociaux, sans avoir à faire appel aux grandes discussions conceptuelles de la discipline. Le droit lui-même pourrait voir tout un pan de son activité centrée sur l'étude de la jurisprudence remis en cause par les éditeurs juridiques eux-mêmes dès lors qu'ils deviennent capables de faire de la fouille de données en masse puisque leur métier était déjà de collecter, d'agréger et de commenter cette jurisprudence, sans qu'il soit besoin de théorie du droit dans cette affaire. Enfin, la sociologie avait déjà abandonné la partie au marketing pour des pans entiers des comportements sociaux, liés notamment à la consommation, aux médias, à la mode, aux pratiques culturelles, etc. Les données disponibles sur les plateformes sont une aubaine pour toutes ces agences marketing qui non seulement les étudient mais sont celles qui les produisent pour les marques, dans un cercle auto-référentiel du plus bel effet, qui ne s'embarrasse pas de théorie.

Comment la sociologie peut-elle alors conserver sa fonction de réflexivité pour la société, sans se voir dépassée par les agences de marketing ou de « *social media listening* » ? En effet, même pour des agences de gouvernement (et donc non seulement pour les marques), il devient plus important de suivre des traces de comportements sur le Web ou sur les plateformes de réseaux sociaux pour *réagir* dans l'urgence plutôt que de comprendre les sources des phénomènes observés. Le déclin de l'attractivité des enseignements de sociologie au profit de la communication et des *business schools* constitue un indicateur fiable de cette perte de prise sur le monde. Or, le numérique a largement amplifié le succès de ces indicateurs et de ces méthodes puisqu'il est précisément fait de flux d'opinions, de réseaux et d'imitations.

Méthodes numériques

Au sein de ces usages des dispositifs numériques, il faut distinguer les *computational social sciences* et les *digital methods*. Les premières sont dans une logique de quantification somme toute classique mais augmentée par le volume de données et par des méthodes empruntées au *Machine Learning*. L'ouvrage édité par R. Michaël Alvarez [2016] en fournit un bon exemple, centré sur les travaux de science politique qui tous prolongent la tradition des sources des sciences sociales appuyée sur les grandes bases de données fournies par l'État et ses agences diverses (et non sur les sources issues des réseaux sociaux numériques ou d'autres traces). Dans un article sur les politiques publiques vis-à-vis des risques alimentaires importés de l'étranger et du comptage des citoyens américains à l'étranger, Griepentrog *et al*. [2016] rappellent que « *big* » peut vouloir dire un volume d'observations tel qu'il permet d'assurer la qualité d'un échantillonnage (il faudrait alors selon eux parler de « *tall data* »). Mais *« big »* peut aussi vouloir dire un nombre de dimensions, potentiellement prédictives ou explicatives, très nombreuses, même sur des volumes d'observations plus faibles (il faudrait alors parler de « *fat data* »). La large revue des algorithmes dans l'ouvrage de Alvarez permet de vérifier que sont utilisés tous les différents *packages* de R, devenu l'outil de référence dans tous ces travaux. Le souci permanent demeure d'éviter l'*overfitting*, la suradaptation des modèles aux données d'apprentissage, écueil classique associé à la nouvelle puissance de calcul disponible, notamment en raison d'un volume de données qui n'est pas aussi grand que sur les plateformes. Cet exemple de culture de quantification mobilisant avant tout les approches statistiques dans le *Machine Learning* se retrouve aussi chez Boellaert et Ollion [2018] que nous avons déjà cités.

Cependant, tout un autre pan des sciences sociales, plutôt issu des *Media Studies*, s'est occupé de *digital methods*, à la façon dont Richard Rogers l'a défini dans plusieurs ouvrages [2013, 2019]. L'auteur se définit plutôt comme un épistémologue du Web, qui a aussi su développer les outils pour exploiter les ressources « nativement numériques » du Web mais aussi les critiquer et les mettre à l'épreuve. Il a ainsi produit un « *issue crawler* » qui

permet d'étudier les réseaux de controverses sur le Web, ce que Noortje Marres a encore amplifié en donnant un statut d'actant à ces « *issues* » [2007-2013] qui vivent leur vie d'une certaine façon. Mais il a aussi produit avec son laboratoire *Digital Method Initiative* tout un ensemble de tests des différentes plateformes dont il rend compte dans ses ouvrages, montrant comment chacune d'elles constitue un milieu propre qui formate les données et cadre les problèmes à sa façon. Il se situe ainsi vraiment dans la lignée des *Media Studies* et permet à tous ceux qui veulent accéder à ces données d'être plus vigilants sur les limites de ce qu'ils récoltent tout en tentant d'effectuer un « *repurposing* » que Rogers pense tout à fait possible. Venturini, Bounegru *et al*. [2018] ont produit d'ailleurs une *check-list* de ce qu'il convient de contrôler pour utiliser les sources du Web de façon avisée lorsqu'on veut les réorienter à des fins scientifiques. Ils notent ainsi la difficulté qu'il y a à suivre une même entité (personne, organisation, thème) d'une plateforme à l'autre en raison de ces formatages différents mais ils ne trouvent pas vraiment de solutions à ce problème. Cela donne une assez bonne idée cependant du décalage qui peut exister entre ces sources numériques constituées à d'autres fins (commerciales notamment) et les objectifs de recherche. Certaines questions (par exemple des enjeux démographiques de long terme) n'ont aucune chance de trouver des sources valides sur ces réseaux, ce qui oblige à reconnaître que ces nouvelles sources de traces sont plus adaptées à certaines questions qu'à d'autres.

Les méthodes d'étude du Web sont cependant nombreuses et désormais bien balisées et l'on pourra se référer au manuel de Christine Barats [2013] qui rassemble une grande quantité de contributions sur toutes les approches (des plus ethnographiques aux plus quantitatives). Notons cependant que toutes ces méthodes ne mentionnent guère leurs emprunts au *Machine Learning* et que les data sciences de leur côté font assaut d'études sur des sujets de sciences sociales. Il n'existe finalement que peu de cas de mobilisation conjointe d'un cadre théorique fortement ancré dans les sciences sociales et de méthodes de calcul sophistiquées du *Machine Learning* contemporain. Nous voudrions prendre cependant un exemple remarquable, intéressant plutôt les humanités numériques au sens large, l'analyse réalisée par Leonardo Impett et Franco Moretti [2017] sur un corpus d'œuvres d'art assemblées en 1929 par Aby Warburg, le célèbre critique d'art, autour du pathos. Ces œuvres fournissent d'une certaine façon la « *ground truth* » du pathos (elles sont toutes supposées relever de

ce genre) puisqu'établie par le plus grand expert mais sans que le mode d'emploi soit fourni, puisque les commentaires sont lacunaires. Les chercheurs ont donc mobilisé des techniques de reconnaissance d'images à base de réseaux de neurones pour repérer les corrélations qui pourraient faire sens dans cet ensemble documentaire de presque 1 000 images. Ce nombre peut paraître faible, mais c'est en fait par la capacité à décomposer tous les *features* de ces images que l'on retrouve des volumes permettant les calculs à base de réseaux de neurones.

L'expert est donc à la source du travail, mais il va se retrouver à la fin aussi. En effet, les calculs fournissent une hypothèse tout à fait inattendue : les formes les plus discriminantes pour relier toutes ces œuvres sont les orientations et angles des membres des personnages qui se tordent les bras par exemple. Non pas les personnages, non pas leurs membres, mais leurs angles en quelque sorte distordus ou tout au moins non conventionnels. Ce résultat n'aurait pas pu être obtenu et encore moins validé sans les opérations de discrétisation des contenus qui obligent à sortir d'une approche sensible de l'esthétique. Mais une fois obtenu ce résultat, encore faut-il le relier à l'évolution de la culture esthétique du thème du pathos, ce que seul l'analyste peut faire à nouveau. Le processus de production de connaissances paraît donc inductif puisque personne ne pose *a priori* une hypothèse sur ce qui unifie ce corpus mais il bénéficie malgré tout d'une catégorisation *a priori* en tant qu'ensemble documentaire labellisé « pathos » par l'expert du domaine. L'interprétation reste cependant ouverte et nécessitera sans doute d'autres processus de validation car le résultat lui-même peut paraître pauvre ou peu significatif pour le chercheur. Le prix à payer des méthodes numériques est celui-là, assez voisin des sciences expérimentales sur ce plan, une robustesse plus grande pour des énoncés de portée plus faible.

Nouvelles traces, nouvelle génération de sciences sociales ?

Nous vivons en fait un changement d'époque de quantification dont les sciences sociales doivent prendre la mesure. Pour l'instant, les techniques du *Big Data* sont utilisées dans l'analyse des traces du Web par les agences de marketing et de communication pour suivre les effets de leurs campagnes, pour optimiser leurs placements publicitaires, pour mieux cibler les consommateurs, pour suivre la réputation de leur firme à l'aide d'outils d'*opinion mining* et de *sentiment analysis* par exemple [Boullier et Lohard, 2012]. Bref, pour extraire cette « plus-value comportementale » qui leur permet de générer des « produits prédictifs » qui sont à la source de leurs revenus, comme le propose Soshana Zuboff [2019]. On comprend mieux dès lors que le « biais comportementaliste » [Bergeron *et al.*, 2018] n'en est pas un car il est au cœur des méthodes de production contemporaines du capitalisme de surveillance selon Zuboff ou du capitalisme financier numérique selon nous. Les traces des comportements sont devenues les données de base [Muniesa, 2019] et les sciences sociales doivent dire ce qu'elles peuvent en faire en les réorientant (*repurposing*) ou s'il faut rester centrés sur les données des registres des États ou des questionnaires des instituts de sondage. Les méthodes de ces extracteurs de traces que sont les plateformes sont fondées sur les 3V du *Big Data* (volume, variété et vélocité), qui permettent de produire des corrélations entre sets de données, de « *matcher* » toutes les relations possibles et de vérifier celles qui « marchent » sans chercher à en produire des explications, puisque l'enjeu est avant tout d'agir et de réagir souvent dans l'urgence. Or, leur influence s'est largement étendue au-delà des marques, à tous les domaines de la vie sociale qui nécessitent une présence sur les réseaux sociaux et sur le Web (vie politique, événements, culture, média de tous types, y compris activités scientifiques).

C. Anderson [2008], du magazine *Wired*, indiquait qu'il était désormais possible de se passer de la théorie (« *The End of Theory* ») en matière de génomique ou de physique dès lors que l'on disposait des masses de données et des capacités de calcul. Ce pronostic très provocateur reflétait

cependant une tendance lourde des sciences qui s'est étendue aux sciences sociales et à toute la réflexivité qu'elles sont supposées produire pour une société. Désormais, pour la plupart des décideurs, les techniques du *Big Data* et du *Machine Learning*, capables de corréler tous types de données et de traces, peuvent suffire à prédire les solutions gagnantes, sans avoir à discuter de quelconques causes toujours posées en hypothèses par des chercheurs impuissants. Dès lors, les sciences sociales ne peuvent se contenter de numériser leurs méthodes et leurs corpus, ni de cibler le monde numérique comme un objet de recherche, elles doivent indiquer quelle est la valeur ajoutée de leurs approches par rapport à la puissance du *Big Data* et à sa démarche inductive. Ce qui a déjà été observé en linguistique comme en géographie est désormais vrai pour toutes les sciences sociales.

Pour comprendre cette nouvelle époque, qui constitue sans doute ce que Foucault [1969] aurait considéré comme une nouvelle *épistémê* (et qui vient largement de la finance et de sa modélisation spéculative), il est nécessaire de revenir un instant sur deux moments fondateurs des sciences sociales et de la quantification qui peuvent servir de points de repère. Durkheim a réussi à faire exister son hypothèse de « la société » comme totalité agissante à travers les individus en s'appuyant sur la mise en place à la fin du XIXe siècle de registres fiables qui agrégeaient les comportements individuels au profit des États. Les statistiques des États servaient ainsi comme outils de preuve et comme outils de gouvernement à la fois, comme l'a montré Alain Desrosières [1993]. Les sciences sociales se trouvaient ainsi associées aux États pour traiter des données exhaustives et identiques à des fins différentes grâce à la médiation d'un concept-clé, « la société ». En 1936, c'est Gallup qui fit aux États-Unis une seconde opération fondatrice pour les sciences sociales : en prédisant la victoire de Roosevelt, il faisait reconnaître la fiabilité des sondages, de l'échantillonnage avec intervalles de confiance calculés en fonction de la taille de l'échantillon qui se devait d'être représentatif [Blondiaux, 1998]. Dès lors, l'existence d'une « opinion » rendue visible, voire produite, par les instituts de sondage, était acquise, en lien direct avec les médias, qui avaient avant tout besoin de suivre leurs publics pour optimiser leurs lignes éditoriales mais surtout les placements publicitaires. Les médias et les universitaires comme Lazarsfeld [Katz et Lazarsfeld, 1955] utilisèrent ainsi les mêmes méthodes et les mêmes échantillons que les instituts de sondage, malgré les critiques que les académiques ne manquaient pas de leur adresser.

Avec le *Big Data*, l'exhaustivité et la représentativité sont perdues car il n'existe plus de totalité de référence sur ces réseaux numériques mais la vélocité est une nouvelle qualité des données qui génère à elle seule un autre univers de données. Les traces, car c'est ainsi qu'il faut les appeler étant donné leur relation avec des comportements parfois d'un grain très fin (un clic, un *like*, un retweet mais aussi un temps de passage sur une page) se propagent sur le Web, de site en site, de compte en compte, ou même entre objets connectés, et, se transformant ainsi en réplications, produisent des effets considérables tels que les bulles des crises financières. Mais aucune approche en termes de « société » ou en termes « d'opinion » ne suffirait à rendre compte de cette propagation d'entités élémentaires.

Nous avons proposé [Boullier, 2015] de suivre Tarde [1895] dans son intérêt prioritaire pour la circulation des petites différences plutôt que pour les causes finales en centrant une nouvelle génération de sciences sociales sur les vibrations ou les réplications, qui sont l'expression sociologique de cette matière première que sont les traces. Certes, comme l'ont montré les *digital methods*, ces traces sont dépendantes des plateformes des réseaux numériques que l'on résume souvent rapidement à GAFAM auxquelles on peut ajouter Twitter. Mais c'était la situation de la science de la société avec les registres des États et de la science de l'opinion avec les enquêtes des instituts de sondage réalisés pour les médias. La traçabilité devient un des critères de qualité de la production de données et sa validité n'est démontrable que dans le monde des réseaux numériques. Le tableau qui suit résume les époques qui sont en fait coexistantes puisque les registres des États comme les sondages d'opinion sont toujours en place.

Tableau 6.1

	1re génération	2e génération	3e génération
Concept du social	Société(s)	Opinion(s)	Réplication(s)
Dispositifs de collecte	Recensement	Sondage	Traces (*Big Data*)
Principe de validation	Exhaustivité	Représentativité	Traçabilité
Co-construction institutions/recherche	Registre/ enquête	Audience/sondage	Suivi des traces/ analyse des réplications
Acteurs majeurs de référence (et financeurs)	États	*Mass media*	Marques
Acteurs opérationnels	Instituts nationaux	Instituts de sondage	Plateformes du Web (GAFAMT)

Les propriétés du calcul peuvent être distinguées à chaque fois, jusque dans les formats sémiotiques d'accès aux données qui assurent une plus ou

moins grande circulation parmi les publics (ce qui joue un rôle dans la réflexivité que cela peut engendrer pour tout collectif).

Tableau 6.2

	1re génération	2e génération	3e génération
Métriques	Statistique naissante fréquentiste (courbes normales)	Échantillonnage (*sampling*)	Matrices de similarité et probabilités (*Machine Learning*)
Formats sémiotiques	Tableaux croisés et cartes topographiques	Courbes et histogrammes/ diagrammes circulaires (camemberts)	Graphes, *timelines* et *dashboards* Espaces vectoriels
Critères techniques de qualité des données	Pertinence, précision, actualité, accessibilité, comparabilité, cohérence	Intervalle de confiance	Volume, Variété et Vélocité (*Big Data*)
Modalités dominantes de la science sociale	Explications	Corrélations descriptives puis prédictives	Corrélations prédictives

L’inscription historique de ces trois époques peut encore être renforcée en rappelant les auteurs académiques qui les fondent, les questions vives de l’époque ainsi que les techniques disponibles, qui jouent un grand rôle (mais jamais le seul rôle) pour rendre possible cette mutation. Le numérique ne peut être pensé comme époque de quantification spécifique qu’à partir du moment où le *Machine Learning* entre en jeu (on peut dater le décollage de 2012). Il reste une interrogation sur les sources académiques car il s’agit en fait d’une véritable bataille politique. Soit les nouvelles traces disponibles sont inscrites dans une théorie des réplications qui s’inscrit dans la lignée de la théorie de l’acteur-réseau et de la scientométrie, soit elles sont théorisées dans le cadre des approches cognitivistes qui sont issues de Kahneman ou encore de Thaler et Susstein, ce qui est déjà le cas lorsque ces courants sont exploités par les plateformes qui vivent de la plus-value comportementale (Zuboff).

Tableau 6.3

Auteurs fondateurs	Durkheim	Gallup Lazarsfeld	Callon Latour Law
Problèmes clés des approches scientifiques initiales	Division du travail et État-providence	Propagande et influence des médias (mesures d’audience)	Science et technologie (scientométrie)
Modalités de surveillance	Identifier les corps (Bertillon)	Influencer les esprits (Goebbels)	Exploiter les traces de comportements (NSA)
Dispositifs techniques contemporains	Machine de Hollerith (IBM)	Radio et téléphone	Web, *Big Data* et *Machine Learning*

La traçabilité ne s’applique pas tant aux personnes qu’aux messages ou mèmes qui circulent, de la même façon que pour les plateformes, ce sont des éléments de comportements qui sont tracés puis agrégés. Comme l’ont montré les approches de « *digital methods* », on peut ainsi suivre (et dans le temps avec grande précision) des « *issues* », problème par problème, et non

plus se contenter de les cartographier comme effets de structure. Noortje Marres dans sa *Digital Sociology* [2017] a poussé plus loin le statut de ces « *issues* » pour les considérer comme des organisations d'un genre nouveau, qui assemble des parties prenantes de différentes façons. Pour notre part, nous préférons leur donner un statut d'entités agissantes qui peuvent en effet faire et faire faire et qui peuvent se propager dans des environnements médiatiques divers, ce qui suppose d'assembler des outils spécifiques pour chaque milieu qu'elles traversent. Et nous sommes poussés dès lors à examiner de quoi sont faites ces « *issues* », ces problèmes et à constater qu'ils ont des propriétés sémiotiques particulières, des traits (ou *features*) dont nous devons rendre compte aussi et qui peuvent être en fait l'entité agissante. Ce qui nous rapproche du niveau de granularité trouvé dans l'exemple du corpus du pathos de Impett et Moretti. Le hashtag devient par exemple un élément de cette réplication mais certains mots-clés aussi et les batailles pour faire basculer le terme de « réchauffement climatique » en « changement climatique » révèlent bien l'importance de ces labels. Et ces labels sont toujours spécifiques à des environnements médiatiques, comme le montre le hashtag qui ne fonctionne que pour Twitter. Il faut donc saisir la double-face de ce qui circule, sa dimension de signe voire de signal (lorsqu'on est au niveau non verbal) et sa dimension matérielle, celui de la plateforme ou du format technique qui fait circuler ce signal. C'est ce que Edwin Hutchins combinait lui aussi lorsqu'il disait que « le point (en navigation) est accompli par la propagation d'états représentationnels à travers une série de médias représentationnels » [1995, p. 117]. Ce suivi des circulations et des propagations doit faire l'objet central selon nous de cette nouvelle génération de sciences sociales, qui doit rester consciente des limites de ses sources et des objets nouveaux qu'elle traite, quand bien même l'étude des rumeurs, des modes ou de l'évolution culturelle pouvait donner des pistes dans ce sens. Il s'agit désormais d'un point de vue ou *standpoint* (voir tableau ci-dessous), qui varie parce qu'il est équipé différemment comme nous l'ont enseigné les *Science and Technology Studies*, et qui distribue le pouvoir d'agir à des entités différentes.

Tableau 6.4

Point de vue	Structure	Préférences individuelles	Réplications
Concepts clés	Système, reproduction, cause finale, *patterns*	Marché, choix rationnel, *decision-making*, théorie des jeux	Événement, incertitude, propagation, chaos, crise
Distribution de l'*agency* (du pouvoir d'agir)	Collectifs, agrégats, communautés, réseaux, clusters	Individus, acteurs stratèges, influenceurs, nœuds	Entités circulantes, ondes, mèmes, flux

Sources des croyances et désirs	Héritage	Arbitrage	Voisinage
Longueur d'onde	Ondes longues	Cycles	Ondes à haute fréquence
Statut des humains	Héritier Sujet déterminé	Acteur-stratège Décideur Agent rationnel	Véhicule pour la propagation des mèmes

Le deuil du « tout » [Latour *et al.*, 2012] et de la cause est le prix à payer pour rester capable de produire des comptes-rendus pertinents des phénomènes numériques, sans vouloir étendre les leçons hors de cet environnement qui les fait émerger. Une fois acceptées les particularités de ce nouveau monde des traces, il sera encore possible de produire le débat constant dans toutes les sciences sociales entre les approches par les structures (telles que la société de Durkheim), par les préférences individuelles (telles que l'opinion de Gallup) et par les réplications (telles que la propagation soudaine des mèmes numériques et l'imitation qu'avait déjà pensée Tarde). Dans chaque étude d'un corpus de tweets, comme nous l'avons montré [Boullier, 2018], de *posts* de blogs ou de Facebook, voire même de traces captées par les opérateurs téléphoniques, il est possible de mobiliser encore, selon notre approche fractale, ces cadres d'analyse qui sont autant de points de vue, de choix dans la captation/construction du monde, mais non d'échelle. Aucune n'est plus « vraie » que l'autre et rien ne sert de courir après leur unification, leur combinaison ou après un « tout » de « l'analyse » du monde, ce qui serait contradictoire dans les termes.

Le numérique nous oblige ainsi à rendre plus explicite, comme il le fait toujours, le point de vue adopté, qu'il soit structure, préférences individuelles ou réplications, centré sur des collectifs, des individus ou des entités circulantes. Les algorithmes mobilisés seront eux-mêmes différents : théorie des graphes pour les clusters de positions, théorie des jeux pour les décisions, ou algorithmes de propagation et de mémétique pour les *patterns* de flux d'entités. Dès lors, nous aurons exploité les propriétés spécifiques à cette nouvelle source de données, les traces et leur vélocité, toutes propriétés qui ne pouvaient être traitées par les méthodes quantitatives des époques précédentes qui restent pourtant valides. L'importance culturelle et politique de ces enjeux de propagation s'est révélée de plus en plus pressante après la diffusion virale de la vidéo de l'attentat de Christchurch (15 mars 2019), mais on manquerait à notre responsabilité de chercheur si l'on se contentait de commenter l'événement, alors que le processus du réchauffement médiatique exige un cadre théorique de compréhension, les

réplications, équipé par des méthodes que nous avons désormais à disposition (le suivi des traces numériques).

Conclusion

La sociologie du numérique doit veiller à conserver son propre agenda qui doit traiter scientifiquement des défis posés par les innovations successives qui réinventent sans cesse l'écosystème numérique lui-même, comme c'est le cas pour le *Big Data* dans les années 2010. Pourtant sa vocation est aussi, depuis la fondation de la discipline, de fournir une réflexivité à toute une société et en particulier à ses décideurs. Si certains chercheurs se défendent de vouloir jouer les conseillers du prince, alors même que Durkheim assumait son projet politique, la place est vite prise par tous ceux qui font de la sociologie comme Monsieur Jourdain faisait de la prose, c'est-à-dire comme tous les membres de ces sociétés. La presse, l'édition et les publications en tous genres, numériques ou non, pullulent d'essais et visions du futur qui sont en concurrence pour tenter de nous orienter dans un moment où le changement technique permanent rend l'avenir difficilement lisible. Notre introduction pointait les parentés entre les changements intervenus au moment de l'invention de l'imprimerie et ceux portés par le numérique. Nous avions signalé à quel point *l'amplification* portait sur toutes les tendances et sur tous les possibles déjà présents, ce qui est le propre d'une technologie pervasive.

Mais il nous faut maintenant nous tourner vers l'avenir et tenter de voir plus clair dans tous les possibles concurrents qui sont vantés dans toute la littérature produite sur le numérique. Ces travaux n'ont pas tous prétention scientifique ni même philosophique mais la sociologie ne peut ignorer à quel point tous ces « discours d'accompagnement » (Moeglin) formatent des visions collectives du futur sans pour autant fournir les leviers pour bâtir un avenir. Or, la responsabilité des sciences sociales consiste aussi à explorer ces leviers, à repérer où sont les alternatives et qui les fabriquent, à proposer des grilles pour s'orienter dans les débats et les controverses. Cet ouvrage espère y avoir contribué mais il doit être mis en regard de cette prolifération de visions du futur qui n'ont guère besoin des sciences sociales pour peser dans le débat public.

Nous constaterons tout d'abord comment la science-fiction a constitué un moteur d'innovation qui ne cesse de se renouveler et qui finit par rendre désirable ou menaçante *a priori* toute innovation numérique. Mais il apparaîtra rapidement que la distinction devient parfois difficile entre fiction et projet, tant les discours des visionnaires du numérique affirment sans hésiter des possibles tout juste effleurés par la science-fiction, comme « la fin de la mort ». Le technologisme triomphant qui les caractérise n'a pu que générer des oppositions néo-luddites et antitechnologiques qui constituent désormais un point de vue incontournable et pourtant systématiquement dénigré. Plus souvent, les approches critiques classiques dans les sciences sociales, et plus encore chez les essayistes, ont adopté des postures parfois très stimulantes et pourtant peu documentées sur le plan empirique, ce qui diminue leur portée, car comme le disait Péguy de la critique de Kant, la critique a les mains pures car elle n'a pas de mains. À l'opposé de ces « sans mains », une critique pratique, enracinée dans l'action, des *hackers* aux *makers*, se retrouve souvent « sans voix » parce que ses interventions, pourtant diffusées voire même vantées sur le mode exotique dans les médias, ne portent pas de vision générale et politique. Le « *running code* » des développeurs « partageux » se retrouve parfois rangé dans la même offre que celle des technologistes tout-puissants, rapprochés par leur commune détestation du débat théorique et politique.

Ce qui se profile en effet dans ces formes de production de discours et de pratiques numériques et sur le numérique, est avant tout une déconnexion profonde vis-à-vis du monde politique, institutionnel mais aussi historique. Il s'agit ainsi d'une forme de symétrie par rapport au diagnostic de Laure Belot [2015] sur « la déconnexion des élites », puisque toute la culture numérique voue (de façon différenciée et même conflictuelle) le monde du politique et de la politique à l'impuissance et à la disqualification. On comprend dès lors que la forme de réflexivité qu'une société peut générer à propos de bouleversements aussi massifs et permanents prenne un tour très particulier, marqué par une large part de fatalité. Tout se passe comme si le progrès continuait malgré tout sa route, sans pilote dans l'avion (pardon, dans le simulateur de vol), et cela contente un appétit de changement pour mieux l'enliser.

Face à l'ampleur des crises financières et climatiques, il est vrai que le débat sur le numérique paraît quelque peu anecdotique, voire indécent. Pourtant si la même impuissance politique s'y révèle, c'est bien que le

numérique a amplifié cette tendance, directement produite par le capitalisme financier, qu'il faudrait qualifier de numérique de façon indissociable. Dans tous les futurs, annoncés et dénoncés, nous allons donc chercher ce qui peut encore constituer des ouvertures vers des avenirs, là où les collectifs peuvent reprendre en main leurs destins, en affrontant de façon documentée et argumentée tous les défis soulevés.

Science-fiction et mythologie du numérique

Aucun innovateur devenu leader industriel n'a jamais caché l'influence puissante de la science-fiction sur son investissement dans le numérique. Bien au-delà, toute la pensée scientifique elle-même en a été irriguée. La première référence incontournable est Asimov, dont le cycle des robots est devenu un classique non seulement romanesque mais aussi philosophique ou juridique : alors que la robotique pénètre le quotidien sous forme de robots domestiques tels que Nao d'Aldebaran, les trois lois de la robotique d'Asimov continuent d'inspirer la réflexion éthique et juridique sur le statut de ces entités et de nos relations. Les observations sociologiques, elles, vont pouvoir commencer à propos de situations appelées à se diversifier, avant même que les frontières soient totalement perturbées comme dans la série *Real Humans*. Notons que l'expression « *bots* » s'applique désormais à un grand nombre d'entités logicielles dont la matérialité peut se résumer à une voix (un *chatbot* par exemple) et dont le statut mériterait d'être questionné : Marc Relieu, dont c'est un thème de recherche m'indiquait que certains bots sont entraînés pour répondre à la place des abonnés de téléphone aux messages intrusifs et publicitaires pour tromper les vendeurs en ligne et leur faire perdre du temps grâce à des méthodes d'agents conversationnels sophistiquées qui simulent très bien les abonnés ordinaires ! Il est certain que les catégories ordinaires des sciences humaines et sociales, où les frontières entre humains et non-humains ne sont pas discutables, vont commencer à vaciller et demanderont de faire appel à des approches plus cosmopolitiques pour distribuer les pouvoirs d'agir entre toutes ces entités. Dans la même veine, la figure de Hal, l'ordinateur de *2001. L'odyssée de l'espace*, roman de Arthur C. Clarke puis film de Stanley Kubrick, continue de hanter toutes les discussions sur l'intelligence artificielle relancées par les appels de Bill Gates, Elon Musk et Stephen Hawkings. Les humains seront-ils capables de « débrayer » voire même de débrancher toutes ces entités puissantes, comme cela se passe dans le roman et le film ?

Comme on le voit, la science-fiction porte avec elle bien plus qu'une fascination pour la technologie car elle questionne les scénarios possibles et oblige à anticiper les conséquences de nos choix. Or, nous l'avons vu, le

système technique numérique fonctionne avant tout à l'urgence et au court terme, comme la finance à laquelle il est étroitement couplé, et même au passage à l'acte.

Le lien entre sciences et science-fiction se retrouve même dans la langue puisque le mot « cyber » a envahi tout notre vocabulaire de façon finalement assez étonnante et indirecte. Car N. Wiener avait lancé la cybernétique (cyber = gouvernail) comme science des décisions et des systèmes complexes fondant tout sur l'information ainsi que le rappellent Mattelart [1999] et Breton [2000]. Mais le terme « cyberespace » fut popularisé par le roman *Neuromancien* de William Gibson, dystopie dont le récit, complexe et d'un style punk en rupture, finit pourtant par influencer la vision du monde de nombreux *geeks*. Cette vision était elle-même influencée par Philip K. Dick dont l'œuvre se trouvera au cœur de nombre de projets innovants bien au-delà de sa diffusion au cinéma. Les cyborgs (les réplicants de *Blade Runner*), la matrice (*Matrix*) sont déjà présents et deviennent ainsi des références dans l'imaginaire des développeurs. Dans les deux cas, la fascination pour les univers ainsi créés et pour le potentiel technologique est couplée à d'angoissantes questions posées par le statut à venir de l'humain dans ces univers et à sa responsabilité, en ligne directe avec ce que Mary Shelley avait initié avec *Frankenstein*.

Bruno Latour a revisité cette œuvre en soulignant que la faute du Dr Frankenstein n'est pas tant d'avoir créé un monstre, critique de l'*hubris* moderne somme toute assez classique, mais d'avoir abandonné le monstre qu'il avait créé, ce qui fait tout le tragique de l'œuvre. Ce monde commun numérique en cours de construction se peuple d'entités qui pourront sans doute devenir monstrueuses tant on se préoccupe peu des conséquences des décisions actuelles mais nous ne devrons pas les abandonner à leur sort. Les sciences sociales elles-mêmes ne peuvent dès lors éviter cette responsabilité de penser ce nouveau monde.

La science-fiction constitue ainsi un espace privilégié de réflexivité puisqu'elle peut mettre en scène les conséquences que la vision de la première modernisation, comme l'appelle Ulrich Beck, a toujours préféré occulter. Elle a dès lors des effets contradictoires, comme pour *Minority Report*, film de S. Spielberg tiré lui aussi de l'œuvre de P. K. Dick. Les développeurs d'interfaces y ont vu une source d'inspiration pendant plus de dix ans sur les moyens de manipuler de l'information au sens propre, avec les mains, alors que les philosophes et les juristes se sont interrogés sur les

conséquences et le statut de ces prédictions qui permettent d'intercepter un criminel avant même que le crime ne soit commis. Or, ces questions ne sont plus abstraites ou fictionnelles, car le *Big Data*, la traçabilité généralisée et les capacités de calcul équipées des algorithmes du *Machine Learning* permettent désormais de prédire des comportements, plutôt de masse et sous forme de probabilités, mais applicables par approximation à des cas particuliers.

D'une certaine façon, la science-fiction joue ainsi un rôle de lanceur d'alerte qui inspire dans le même temps les producteurs de risque, pourrait-on dire. Et cela peut affecter toute l'industrie, comme ce fut le cas avec le roman de Michael Crichton, *La proie* (*Prey*), sorti en 2002. Son tableau de la combinaison de l'intelligence artificielle et des nanotechnologies en gelée grise qui autogénère ses formes est terrifiant et a provoqué des inquiétudes dans le public au moment même où les programmes de recherche avançaient de façon décisive. Certains ouvrages s'en sont fait l'écho [Laurent et Philippon, 2007]. Dominique Vinck [2009] est parvenu à en faire un tableau sociologique et technique raisonné qui discute point par point toutes les idées reçues. Et ces idées reçues proviennent aussi de ces œuvres de fiction qui constituent nos imaginaires technologiques [Musso, Coiffier et Lucas, 2014], en fournissant des références romanesques plus puissantes que beaucoup d'argumentaires. Parfois, les sujets peuvent paraître moins menaçants et cependant tout aussi troublants, comme dans le cas du film *Her* qui aborde encore le thème de l'intelligence artificielle mais en le faisant pénétrer au plus près de notre intimité (devenir amoureux d'un agent intelligent) et de la technique la plus ordinaire (un terminal qui ressemble à un téléphone portable). Les questions des recompositions affectives, des rencontres et de la solitude sont ici abordées d'une façon qui fait écho de façon plus complexe à des essais plus philosophiques et critiques, comme celui de Benassayag et Del Rey [2007].

Les mondes projetés par la science-fiction peuvent ainsi se débarrasser de l'esthétique technologique qui inspire les développeurs mais qui se trouve vite dépassée pour produire du kitsch d'anticipation. Ce minimalisme technologique conduit ainsi David Cronenberg à plonger le spectateur de *Existenz* dans des réalités ordinaires apparemment peu équipées numériquement et pourtant captivantes. Ce qui apparaît alors comme enjeu n'est pas tant la technique qui est, dans ce cas, une prothèse biologique vivante directement connectée au corps (un pod), que la puissance narrative

des mondes ainsi construits. Le jeu (*Existenz*), les drogues (*Inception*) ou le calcul (*Matrix*) permettent ainsi à leur façon de mettre en doute l'évidence du monde ordinaire et de vanter l'attrait des expériences immersives. Or, cette perspective est un moteur constant pour l'innovation numérique, à partir des jeux vidéo et de la réalité virtuelle. La sociologie de la perception et de l'esthétique se trouve confrontée à de nouveaux terrains qui demandent d'autres modes d'observation, puisque toutes ces expériences peuvent être suivies à la trace… numérique.

Mais ce qui peut apparaître comme une forme d'« *escapism* », de désir de fuite du monde tel qu'il est, est largement compensé dans la science-fiction par les œuvres qui mettent le lecteur ou le spectateur en face du monde qui se construit sous ses yeux. C'est notamment le cas d'un film comme *Bienvenue à Gattaca* (1997) qui combine les technologies biologiques et numériques pour démontrer à la fois le potentiel des biotechniques de surveillance et leurs détournements. Les variations sur le thème sécuritaire sont innombrables et leur ancêtre à toutes, *1984* de George Orwell, fut si puissant qu'il est encore immédiatement évoqué pour toute cette filiation d'œuvres mais aussi pour toutes les entreprises de surveillance désormais publiques depuis les révélations d'Edward Snowden. On pourrait penser que *1984* était trop marqué par une expérience totalitaire qui a précisément changé de nature grâce aux technologies. Or, il n'en est rien, l'ambition de contrôle à la *Big Brother* est sans limite et désormais opérationnelle quand bien même le « climat » général, selon le terme de Peter Sloterdijk, semble bien loin de celui des cellules uniformes de l'œuvre de Orwell. Par une certaine ironie du sort, c'est en 1984 que le Mac fut lancé par Apple et le clip de promotion, réalisé par Ridley Scott et resté fameux, faisait explicitement référence à Orwell. Mais trente ans plus tard, Apple, son iTunes et son iOS sur les portables, font désormais partie de ces technologies de traçage au sein d'un univers propriétaire et contrôlé que toutes les plateformes ont mises en œuvre à leur façon, et qui se combinent avec celles des services secrets pour produire une société de surveillance généralisée, mais pour notre bien, faut-il le rappeler. Les séries télé se sont multipliées sur ce sujet notamment en matière d'espionnage, et les situations de surveillance à distance avec opérations de *hacking* toujours plus sophistiquées mais souvent très réalistes sont de plus en plus fréquentes. On trouve ainsi des exemples très bien documentés et réalistes dans *Homeland* (saison 7) et dans *Le Bureau des Légendes* (saison 4) qui

sont des supports pédagogiques pour comprendre ce qu'est le réseau Tor et les différentes façons de contourner des pare-feu, de faire perdre sa trace à un *tracker*, etc. La palme revient sans nul doute à la série *M. Robot* dont le scénario activiste contre les firmes dominantes et non plus contre les États reste étonnamment réaliste, même si, dans son cas, il n'est guère pédagogique tant les héros sont experts.

En revanche, dans tous les débats sur les risques des technologies numériques, la série *Black Mirror* est devenue incontournable, par sa capacité quasi pédagogique à mettre en scène des situations à faible anticipation mais dont un des traits a été poussé jusqu'au bout. L'épisode de la notation sur martphone a ainsi anticipé le *social ranking* chinois, les essaims d'abeilles-robots anticipent les crises possibles avec les objets connectés, l'épisode sur la mémoire absolue grâce aux *implants-cameras* peut documenter tous les débats juridiques sur la preuve et l'archive parfaite, et Juniper, le fameux épisode bouleversant sur les amitiés par-delà la mort grâce à la conservation numérique des avatars, questionne les fondements anthropologiques de nos identités. Ce sont en fait tous les épisodes qui peuvent servir à alimenter cours et débats pour élever le niveau de responsabilité dans les décisions à prendre. Alain Damasio, lui, a fait de toute son œuvre un levier activiste de dénonciation des dérives autoritaires et marchandes de nos sociétés, notamment avec *La Zone du Dehors* [2001] et avec *Les Furtifs* [2019], où la thématique de la surveillance est omniprésente et plutôt pervasive, ce qui le conduit à parler de *Big Mother* plutôt que de *Big Brother*, en phase avec ce que dit Zuboff par exemple.

Si la science-fiction est la mythologie de notre époque, elle emprunte les traits ambivalents de toute mythologie, faite de paradis et d'enfer, d'anges et de démons, d'enchantements et de possessions. Le mouvement de désenchantement que Weber associait au progrès de la science est ainsi contesté par la puissance des imaginaires technologiques qui irriguent la pression générale en faveur de l'innovation. Le tableau du monde numérique que nous propose la science-fiction n'a rien d'idyllique et pourtant c'est ce que les technophiles vont à chaque fois retenir pour relancer la course à l'innovation tout en disqualifiant ceux qui prennent au sérieux les alertes tout autant présentes dans ces fictions. À tel point que les œuvres de science-fiction sont incorporées à toute innovation numérique et deviennent performatives en guidant les conceptions d'interface, les idées d'applications, etc. Cela permet de comprendre dès lors pourquoi Nicolas

Nova [2014] parle, lui, de « panne des imaginaires technologiques » qui ne savent plus se ressourcer, notamment dans des cultures différentes. Les influences persistantes des mêmes références finissent par produire des stéréotypes et l'empilement des applications sur un smartphone constitue plutôt un bon exemple d'innovation dépourvue d'imaginaire. Reprenons plus en détail chacun des thèmes soulevés à partir des thèmes de la science-fiction : les entrelacements des corps des humains et des machines, les entrelacements des pensées des humains et des machines, les modèles sociaux incorporés dans les systèmes techniques et ce qui reste du politique dans un tel technologisme.

Faire monde commun avec les nouveaux êtres sociaux, les cyborgs

Le mythe du cyborg constitue un puissant stimulant pour repenser le statut des humains dans le monde. Les sciences sociales ne pourront sans doute plus longtemps éviter d'ajouter des catégories à leurs habituelles catégories socio-démographiques : les jeunes et les vieux, les hommes et les femmes, voire même les parents et les enfants sont potentiellement en question lorsque les technologies convergent pour inventer des hybrides. La sociologie de l'acteur-réseau possède ainsi un avantage considérable car elle s'est voulue dès le départ agnostique sur le statut des « actants », comme les appelait Greimas, et elle a donc accueilli avec une égale attention les humains, les techniques, les textes, les bactéries, le climat ou toute autre entité évoquée par les acteurs qu'elle suivait. Il n'y aura donc pas de trouble à accueillir des hybrides tels que des humains augmentés, mutants, rajeunis, hyperconnectés, virtuels, etc.

À condition cependant de se laisser affecter par ce qui change, par ce qui brouille les frontières et catégories existantes, sous peine de rater ce qui nous émeut et qui souvent fait controverse. De ce point de vue, les travaux de Dona Haraway furent pionniers quand elle proposa son « manifeste cyborg » [1985], non par fascination technophile mais parce qu'elle était engagée dans une démarche d'exploration du statut de ce qui nous fonde comme humains, la différence sexuelle, la différence avec les animaux, nos espèces compagnons, la différence avec les machines, la différence entre monde physique et non-physique. Toutes ces frontières devaient être soumises à examen, et la différence de genres n'était pas la moindre puisque le manifeste cyborg peut être lu comme un manifeste féministe ou plutôt *queer*, au-delà du féminisme précisément.

Le style marxisant a certes vieilli mais il ne doit pas empêcher de percevoir la portée subversive de la pensée, puisque c'est bien une critique du capitalisme et de la modernité occidentale que veut réaliser en même temps Haraway. L'expression « devenir avec » est sans doute celle qui, dans son élégance, résume le mieux toute la pensée de Donna Haraway. Les cyborgs et tous ces êtres hybrides ne peuvent pas être traités en ennemis (ou

en monstres, comme le disait Bruno Latour de Frankenstein) car ils sont notre devenir, terme deleuzien plus riche que le futur ou même l'avenir. Les machines ne nous menacent pas car « elles sont nous ». Cette offre de réconciliation avec nous-mêmes n'est en rien une forme d'irénisme puisqu'à travers ce projet se manifeste toute la critique de la domination capitaliste qui catégorise et divise pour mieux déposséder les humains de leurs attachements.

On peut lire une forme de prolongation de cette œuvre en France, chez Marcela Iacub ou encore chez Paul/Beatriz Preciado, ce/cette dernièr/e étant plus intéressé/e par les questions médiatiques et numériques. Son ouvrage *Pornotopie* [Preciado, 2011] constitue une étude très documentée du modèle diffusé par Playboy dans les années 1950-1960. Un équivalent sur le rôle considérable joué par le numérique dans l'explosion de la culture du porno, dans sa diffusion et dans son influence, serait particulièrement nécessaire pour ce début de xxie siècle. Cet imaginaire-là, marqué par le sexe, a toujours été associé à toutes les innovations médiatiques, de la carte postale [Bertho, 1981] au Minitel, mais l'amplification par le numérique a été sur ce plan particulièrement réussie.

La montée des préoccupations de genre est cependant un changement notable dans les productions scientifiques récentes. Les événements sont là pour susciter les recherches comme la vague puissante de #emetoo qui montre encore la puissance des signaux qui encapsulent si bien les expériences diverses d'oppression tues pendant des années. Mais cela se traduit aussi dans la prise en compte d'une autre histoire de l'informatique comme le fait Janet Abbate [2012]. Son histoire d'Internet nous avait déjà inspiré, mais elle reprend cette période historique depuis la Seconde Guerre mondiale pour montrer le rôle des femmes dans les grands développements comme Colossus ou ENIAC, dans les entreprises comme dans le monde académique. Or, l'omniprésence des hommes dans les disciplines informatiques a toujours été notée [Collet, 2011], mais semble même s'aggraver [Kermarrec, 2017] (18 % du staff technique Google et 16 % de celui de Facebook est féminin), même si la relégation aux tâches de codage à la chaîne des opératrices de saisie et des perforatrices n'a plus cours. Monique Dagnaud [2018] parle d'une épopée masculine pour cet accaparement du numérique par les hommes. Même Morley et Collet [2017] listent les initiatives qui tentent de changer cette situation, en

mettant bien en avant le fait que les approches d'inclusion sont bien loin de garantir une capacitation (*empowerment*).

Un autre grand courant de pensée s'oppose presque totalement à cette vision des hybrides que nous devenons et avec qui nous devons réinventer une politique pour constituer un monde commun. Le transhumanisme admet lui aussi que nous sommes des mutants numériques mais il s'en fait même le promoteur en considérant que la puissance de la technologie peut désormais résoudre tous les problèmes et notamment ceux liés au corps, à son vieillissement, à sa mort. La « *Singularity University* » fait partie d'un des courants de ce transhumanisme, centré sur la singularité technologique permettant de produire un humain augmenté. Elle est chargée de diffuser la bonne parole, celle de son évangéliste Raymond Kurzweil, par ailleurs dirigeant de Google. Le soutien politique et financier de Google constitue un motif d'inquiétude pour beaucoup de penseurs et de décideurs, en raison des moyens financiers de la firme mais aussi en raison de son statut de plateforme souveraine [Boullier, 2015] possédant un accès aux informations personnelles d'une large partie de l'humanité. Toutes les innovations, des *Google Glasses* aux *Google Cars*, peuvent désormais être lues comme des avatars d'un projet philosophique et politique cohérent, ce dont la firme se défend.

Mais des projets plus radicaux sont en cours, sur le vieillissement pour parvenir à la fin de la mort, le téléchargement du cerveau dans un ordinateur, le génie génétique grâce à la puissance de calcul de la génomique, etc. Ce courant reste trop peu étudié en détail par les sciences sociales [Munier, 2014], alors que prolifèrent les avis péremptoires et tous aussi visionnaires. Mais le transhumanisme met en perspective à sa façon la convergence technologique entre Nanotechnologies, Biotechnologies, Informatique et Sciences Cognitives, résumée par l'acronyme NBIC [Cornu, 2008]. La régulation de ces nouvelles entités doit devenir un objet de débat public et non être réservée aux tribunes dans la presse, car elles sont déjà présentes ou à très court terme, comme on l'annonce pour les véhicules autonomes. Alain Bensoussan [Bensoussan et Bensoussan, 2015] assume sur ce plan son rôle de précurseur, mi-Cassandre, mi-sauveur, en proposant de mettre en place dès maintenant un droit des « personnes-robots », tout comme on a reconnu récemment la « personne fleuve » dans certains droits nationaux (le Gange, la Yamuna, le Whanganui, le lac Erié, notamment).

L'incertitude qui préside à ces associations entre domaines jusqu'ici séparés peut générer les espoirs les plus fous comme les craintes les plus folles [QUET, 2013]. Il est certain cependant que les investissements dans ces intersections semblent très prometteurs aux capitaux risqueurs. Les États eux-mêmes lancent des plans de soutien à la recherche et à l'industrie dans ces domaines et c'est seulement après coup que les questions seront posées dans cette course marquée par la « tyrannie du retard ».

La difficile émergence d'une arène politique autour des nanotechnologies

Dans cette compétition entre pays comme entre firmes, il devient difficile de faire entendre les nécessités du débat public comme ce fut le cas pour les nanotechnologies en France à la fin des années 2000. La question avait été soulevée de façon radicale par Bill Joy [2000] dans *Wired* avec un article intitulé « Pourquoi le futur n'a pas besoin de nous » et sous-titré : « Les technologies les plus puissantes du XXIe siècle : le génie génétique, la robotique et les nanotechnologies menacent d'extinction l'espèce humaine ». Les ambitions et promesses industrielles se trouvaient ainsi dès le départ sommées de penser leurs conséquences. Brice Laurent [2010] analyse cette controverse en détail et montre comment les sciences sociales se trouvèrent enrôlées pour valoriser une « innovation responsable ». Mais les débats furent très difficiles à tenir dès lors que le public des nanotechnologies restait difficile à identifier, tant les domaines d'application sont vastes et qu'il fallait même « fabriquer du public ». C'est pourquoi nous avons toujours préconisé de cibler des projets plus précis car entre les cosmétiques, les matériaux et les traitements médicaux qui tous peuvent mobiliser des nanotechnologies, on ne voit guère comment assembler des parties prenantes réellement concernées.

Cette incapacité à définir le problème constituait pour les luddites contemporains comme *Pièces et main-d'œuvre* [2008] une occasion rêvée de discréditer tout débat public et toute contribution au débat, puisque l'innovation responsable n'était en fait qu'un nouvel avatar de l'acceptabilité des techniques qui ne vise qu'à « calmer le jobard » comme aurait dit Goffman. Les débats prirent alors souvent des tournures éthiques, dont la diversité des principes est mise en évidence par Brice Laurent,

depuis l'éthique-vérité jusqu'à l'éthique-politique qui débouche sur une opposition entre approches ontologiques (de principe et donc peu discutables) et approches plus expérimentales, très difficiles à mettre en œuvre dans les faits. Les contributions de Jean-Pierre Dupuy [Dupuy et Grinbaum, 2004] alertant sur les enjeux militaires de ces technologies et celles de Bernadette Bensaude-Vincent [2009] sur les nouvelles questions juridiques ainsi soulevées furent les plus remarquées pour traiter ces débats [voir aussi Clarke *et al.*, 2016]. Mais les sciences sociales, elles, ne pouvaient guère aller au-delà du suivi des acteurs de la controverse sous peine de se faire enrôler rapidement dans des camps très marqués. Le travail d'enquête sur les nanotechnologies réalisé par Chateauraynaud et son équipe [2014], mobilisant un vaste corpus traité par son logiciel Prospero notamment, permet de mettre en évidence huit régimes d'énonciation orientés vers le futur qui sont particulièrement adaptés pour comprendre comment le numérique est tissé par ces régimes d'énonciation : l'urgence, l'attente, l'anticipation, la prévision, la prospective, la promesse, la prophétie, la science-fiction.

Mais le privilège donné aux discours et aux régimes d'énonciation peut aussi se lire comme une difficulté à rendre compte des pratiques, des expériences de vie équipée de ces techniques ou des activités observables dans les lieux et les milieux où se construisent ces technologies. Malgré la tradition créée par « La vie de laboratoire » [Latour et Woolgar, 1979], il reste difficile d'accéder durablement à des espaces et des équipes sous haute pression concurrentielle et sécuritaire. Cela ne peut guère favoriser la réflexivité attendue des sciences sociales.

Se coupler aux objets communicants pour se mesurer

L'attente est encore plus forte concernant les objets communicants, Internet des objets [Bunz et Meikle, 2018] et autres dispositifs qui sont bien plus visibles que les nanotechnologies et qui vivent leur vie, elle aussi sociale, quoi qu'on en dise. Les robots ne sont que la pointe avancée de cette offre technique mais la prolifération des objets personnels de mesure de soi a rendu la question sensible et a encouragé les sciences sociales à commencer à s'investir.

La continuité des études d'usages peut ainsi être assurée, car de nouveaux dispositifs ne cessent d'apparaître, suscitant une excitation

marketing qui peut très bien retomber très vite, comme cela semble être le cas avec les montres connectées. Il serait cependant erroné de penser les processus en cours uniquement à l'aune de leurs succès commercial. Ainsi ces montres connectées ont constitué une démonstration *in silico* de la place grandissante prise dans notre habitèle [Boullier, 2014] par le régime de l'alerte, celui qui nous met sous stress permanent grâce à une connectivité directement reliée au corps sans interruption. Car ce sont avant tout les notifications qui sont placées sur ces montres, et qui font vibrer nos corps, alors que le téléphone devient quasiment un terminal savant tant il peut gérer de tâches différentes. La forme commerciale et technique des montres connectées peut certes échouer, mais le souci de l'alerte implantée au plus près du corps restera et correspond à une mutation anthropologique profonde de notre rythme commun.

Le calcul permanent constitue une autre dimension qu'il faut distinguer et qui a été plus souvent étudiée. Le *quantified self* « fait époque » [Lupton, 2016]. La critique de ces tendances est fréquente et parfois assez convenue puisque les correspondances avec l'individualisme et le narcissisme ambiant d'un côté et l'extension du domaine des algorithmes de l'autre semblent aisées à documenter dans le cas du *quantified self*. Il est plus rare que des travaux comme ceux de Nafus et Sherman [2014] prennent le temps de faire l'ethnographie de ces groupes (car le mouvement QS est aussi fait de réunions de groupes) pour montrer toute l'inventivité de ces pionniers qui produisent une grande diversité d'adaptations et d'inventions au point de former une « *soft resistance* » à cette tendance à l'agrégation et à la standardisation des comportements que l'on attribue immédiatement au *quantified self*.

Lorsque la critique s’équipe

Les sciences sociales portent souvent une critique mais seulement de façon implicite par souci de documenter leurs arguments en évitant de tomber dans les *a priori*. Les auteurs de l’ouvrage « critiques du numérique » [Canu *et al*., 2018] font ainsi l’inventaire des types de critiques du numérique possibles : la dénonciation des dérives, la critique pratique des usagers qui se protègent de ces dérives, la capacitation des usagers par des formations notamment, la création d’outils alternatifs (comme toute la chaîne Framasoft), les attaques et représailles des pirates ou assimilés. Ce sont alors les philosophes qui peuvent plus librement adopter cette posture critique, et lui donner une portée plus vaste.

Ainsi la critique faite par Evgeny Morozov [2014] au solutionnisme est sans conteste parvenue à cibler de façon très documentée l’influence métadiscursive des thuriféraires de l’innovation technologique numérique à tout prix. Sa critique peut porter sur les évolutions provoquées par le média Internet notamment lorsqu’il propose de requalifier la théorie des « industries culturelles » de Adorno et Horkheimer en « industrie des mèmes » pour rendre compte de la fabrication et de la monétisation des flux sur Internet. Elle peut aussi porter sur les risques de la surveillance algorithmique et de la quantification frénétique sans aucune éthique ou sur la réduction de l’innovation à des « gadgets intelligents pour humains déficients ». Mais il n’est jamais aussi incisif que lorsqu’il pointe la disparition programmée de la politique sous l’influence grandissante du solutionnisme technologique. Il fait d’ailleurs référence explicitement à « la pensée double-clic » de Bruno Latour [2006], qui y voit la tendance des sciences sociales à gommer les médiations pour produire des causalités toutes puissantes en raccourci, ce qui a pour conséquence de faire perdre prise à tous les acteurs sur des médiations souvent très matérielles mais rendues invisibles ou insues. Dans le cas du numérique, ce sont les automatismes des algorithmes et la croyance dans la toute-puissance de leurs boîtes noires qui produisent cet effet double clic d’effacement des médiations.

Le cadre d'une véritable bataille politique est ainsi établi, non pas tant sur les risques de telle ou telle innovation, mais à propos de l'effacement des possibles politiques et des débats nécessaires sur les fins. Le culte technologique amplifié par le numérique disqualifie la démocratie non plus par la seule confiscation par les experts mais par une forme de captation des désirs des citoyens réduits au statut de consommateurs de gadgets, d'applications et de services : tout ce qui peut poser problème est résolu avant même parfois qu'un désir ait pu s'exprimer, grâce à la puissance de prédiction des algorithmes, comme dans le cas très simple des suggestionneurs de requêtes et des recommandations. Le monde de la gâterie de Sloterdijk est ici puissamment à l'œuvre au cœur même des montages désirants, une thématique que l'on va retrouver chez Stiegler.

La critique de l'automatisation chez Stiegler

La forme de la critique adoptée par Bernard Stiegler est différente car elle puise ses racines dans la tradition philosophique mais elle se distingue de toutes les autres critiques parce qu'elle est souvent très documentée et parce que son auteur expérimente dans le même temps les dispositifs numériques qui permettraient d'ouvrir de nouveaux possibles (dans le cadre de l'IRI au Centre Georges-Pompidou notamment). De ce fait, son influence est plus profonde sur les chercheurs en sciences sociales comme sur les informaticiens. Toute son œuvre a été centrée sur une théorie de la technique largement influencée par Derrida, Leroi-Gourhan et Simondon, et les modalités du couplage humain/technique sont au cœur de ses recherches, notamment sous l'angle de l'écriture (« lire, c'est écrire », avait-il énoncé dès la fin des années 1980) et des autres technologies cognitives. En croisant approches philosophiques et sciences cognitives, Stiegler a forgé un certain nombre de concepts qui sont posés explicitement comme autant d'enjeux politiques.

C'est le cas notamment de la technologie comme « pharmakon », poison et remède à la fois. On peut y voir ainsi une forme plus subtile de la critique du solutionnisme car la mutation du remède en poison ne s'observe parfois que dans l'après-coup, ou selon une gradation qu'il faut définir au cas par cas. Ses travaux récents se focalisent sur la « gouvernementalité algorithmique », thème étudié aussi par Antoinette Rouvroy [2013]. L'automatisation [Stiegler, 2015b], qu'il analyse entraîne la prolétarisation du

« savoir-théorique » des citoyens en automatisant nos attentes. L'enjeu politique consiste à désautomatiser, à retrouver des possibilités de choix et donc à penser et à désirer.

L'automatisation du travail et la perte d'emplois désormais annoncée mais discutée doivent obliger à bifurquer, à inventer une économie de la contribution, dans laquelle le travail de réinterprétation des savoirs permettrait de soutenir la créativité favorisée par le temps libre à l'aide d'une « technologie digitale herméneutique ». Cela change radicalement la conception du travail pensé jusqu'ici contre le temps libre, contre l'*otium*, comme *neg-otium*, et de ce fait entièrement soumis au régime de la marchandisation et de la standardisation. « Le *negotium* est entropique parce qu'il repose sur le calcul et que le calcul repose sur l'élimination de l'improbable, c'est-à-dire la suppression des singularités » [Stiegler, 2015a]. Comme on le voit, la connexion entre sciences sociales rendant compte du travail contemporain et philosophie du numérique comme technologie cognitive permet d'ouvrir des pistes ambitieuses, et surtout plus politiques (et donc discutables) que les approches solutionnistes dont nous gratifient un grand nombre de promoteurs des joies de la disruption numérique.

Quand les mains critiquent

Ces critiques, qui ne sont pas pour autant technophobes, obligent à entrer dans chacun des choix d'architecture technique effectués. Or, des acteurs du monde numérique se sont engagés dans ce sens et constituent des « penseurs-acteurs » qui inspirent les sciences sociales. Nous avons formalisé cette approche [Boullier, 2018] en termes deleuziens en distinguant « les agencements collectifs d'énonciation » et les « agencements machiniques de désir » et leurs combinaisons numériques pour restituer tous les possibles. Nous distinguerons ici seulement deux catégories qui illustrent ces agencements, celle des lanceurs d'alerte et celle des *hackers-makers*.

Les lanceurs d'alerte, dont le mode d'action a été étudié [Chateauraynaud et Torny, 1999] dans divers domaines, sont devenus des acteurs clés des débats numériques, en particulier depuis que le réseau a subi ses altérations marchande (1995) et sécuritaire (2001) [Boullier, 2013]. La politique sécuritaire des États comme la toute-puissance des plateformes a en effet conduit à une prédation généralisée des données personnelles qui a suscité

les fuites, orchestrées ou non par Wikileaks, et rendues célèbres par le champion des lanceurs d'alerte numérique, Edward Snowden et par d'autres moins connus à sa suite. Et le sort de ces lanceurs d'alerte, tous exilés ou emprisonnés, montre à quel point la menace est perçue comme sérieuse par les défenseurs de la surveillance généralisée. Si la rhétorique critique de « *Big Brother* » a souvent été utilisée et aisément disqualifiée par les puissances du numérique, chez certains auteurs comme Bruce Schneier, elle se faisait de façon argumentée en fournissant les clés techniques de compréhension des processus (notamment dans son ouvrage, *Data and Goliath*, 2015).

Désormais, les sciences sociales doivent admettre leur incapacité à enquêter avec leurs outils traditionnels dans des secteurs entiers du numérique. À la fois parce que les algorithmes sont pensés comme boîte noire, au nom parfois du secret des affaires, mais aussi parce que les lieux et les acteurs de ces systèmes sont rendus inaccessibles par des menaces explicites en cas de diffusion d'informations. C'est pourquoi seuls des « *insiders* » se risquant à jouer les lanceurs d'alerte permettent de penser les processus clés de nos démocraties supposées et l'étude de ces *insiders* devient pour les sciences sociales [Lagasnerie, 2015] à la fois essentielle et particulièrement difficile tant ils ont développé un art de la déterritorialisation. Dans certains cas, ces lanceurs d'alerte sont aussi des acteurs des mouvements sociaux qui peuvent acquérir une puissance d'agir supplémentaire [Proulx, 2013], d'autant plus lorsqu'ils deviennent experts en technologies numériques comme ce fut le cas avec Telecomix qui pendant la révolution égyptienne rétablit avec des modems les accès au réseau lorsqu'ils furent coupés par le gouvernement Moubarak [Epelboin, 2011].

La distance voulue méthodologiquement par les sciences sociales vis-à-vis de leur objet ne tient plus guère dans de telles situations, car il faut « choisir son camp » pour avoir seulement accès au terrain. Pour une part, les sciences sociales bénéficient en effet du laxisme actuel en matière de données personnelles et en profitent pour produire leurs modèles de traces de tous types tout admettant parfois quelques soucis d'éthique. Nous avons déjà annoncé que ce n'est qu'au moment d'un Fukushima des données personnelles, c'est-à-dire d'un effondrement du réseau suite à un enchaînement de « *data breaches* » majeurs, que les sciences sociales comme les décideurs accepteront (peut-être) de repenser l'architecture du réseau en prenant en compte les impératifs de sécurité tout autant que la

vitesse. Mais dans chaque étude de terrain, la question se pose et le couplage de la recherche avec les acteurs concernés, lanceurs d'alerte, *hackers*, *makers*, devient plus nécessaire que jamais. Cette posture qui suit les acteurs, comme l'ANT mais aussi l'ethnométhodologie l'ont préconisé, n'est pas seulement militante ou critique, elle est une condition de possibilité de l'enquête [comme le montre Lallement, 2015] C'est ce que qu'avait compris avant tout le monde Nicolas Auray [2014], dont les talents d'explorateur de ces milieux du logiciel libre, des *hackers* et des *makers* se combinaient à une véritable théorie de ce régime d'exploration, qui constitue un régime d'engagement dans le monde inédit ou tout au moins particulièrement amplifié par le numérique (celui qui favorise la sérendipité notamment). Le même souci d'observation de l'intérieur se retrouve dans les travaux de Francesca Musiani [2013] qui s'intéresse à plusieurs expériences d'architectures distribuées plus ou moins réussies (moteur de recherche, réseau social, espace de stockage). Les architectures distribuées, dont les plus connues sont celles que l'on rencontre dans le partage de fichiers en *peer-to-peer* de Napster à Bit Torrent en passant par eMule, sont en effet au croisement du militantisme pour une économie du partage et de l'activisme technique innovant.

La possibilité d'un choix politique d'architecture technique devient ainsi un enjeu majeur pour les citoyens et pour les politiques publiques centrées sur le bien commun. Alors qu'il n'existe aucune arène politique pour en débattre, les activistes, les *hackers* et les *makers* [Anderson, 2012] procèdent du « *running code* » et produisent les architectures concurrentes. Certains chercheurs, en les suivant, espèrent voir se manifester ainsi l'*empowerment* que les sciences sociales critiques ont toujours voulu valoriser. D'autres insistent plutôt sur les asymétries entre ces tentatives somme toute marginales et la puissance des plateformes. Les deux points de vue ne sont pas contradictoires et permettent surtout de montrer comment l'avenir n'est pas tout tracé, contre tous les tenants des fatalités technologiques, à la condition que les conditions du pluralisme soient préservées, soit par les moyens financiers à disposition soit par la régulation. Or, les conditions actuelles de ces rapports de force doivent tenir compte de la financiarisation de l'économie qui permet d'alimenter les firmes dominantes et les plateformes en ressources financières illimitées. Le capitalisme financier numérique est le cadre qui permet de penser ces asymétries et de

comprendre la difficulté à préserver le pluralisme des architectures, condition de la démocratie.

Mais il ne suffit pas de poser ce cadre général, il faut encore rendre compte de toutes les parties prenantes qui le font tenir ainsi et pour cela être au plus près de ceux qui développent, qui produisent ce running code, qu'ils soient dans les organismes qui dirigent Internet, dans les *boards* des firmes les plus importantes ou présents dans les assemblées du Chaos Computer Club ou dans les hackatons les plus ordinaires. Certes, les congrès, les commissions, les propositions de loi, les instances de négociation se multiplient depuis que les États se sont mis en tête qu'il commençait à être temps de réguler ces firmes suzeraines que sont devenues les plateformes qui génèrent tant d'effets pervers, à condition de ne surtout pas remettre en cause leur modèle économique cependant. Mais il n'y a pas grand-chose à apprendre de ces mises en scène sur la machine productive du capitalisme financier numérique. Mieux vaut être associé en tant que sciences sociales à la production de ces systèmes d'information pour en comprendre les ressorts. C'est pourquoi nous avons toujours plaidé [Boullier, 2004] pour que les sciences sociales « fassent laboratoire », à travers des laboratoires des usages, des médialabs, des *living labs*, etc. ou d'autres initiatives digitales. Leur multiplication ne relève plus, comme au début des années 2000, du souci des développeurs et des entreprises d'assurer l'acceptabilité sociale de leurs innovations techniques que par ailleurs elles ne souhaitaient pas discuter ni vraiment mettre à l'épreuve.

Ce sont désormais les sciences sociales qui prétendent en assurer le leadership et mettre les développements non seulement au service de leurs politiques scientifiques mais aussi au service d'innovations plus directement ancrées dans des activités sociales qui font sens pour des collectifs. Ce que Wikipédia a réussi peut en effet être développé dans tous les secteurs des activités humaines si les principes de départ sont posés en prenant le social comme un tissage des existences hybrides et non comme un secteur d'activité spécifique.

Les sciences sociales et le nouveau continent numérique

L'engagement des sciences sociales dans le monde numérique transformé par le *Big Data* et leur fonction réflexive nécessitent de leur part une véritable capacité à se laisser affecter, à « devenir avec » [Haraway, 2003] qui

doit même devenir un impératif de « devenir à l'intérieur » (« *to become within* », comme nous l'avons posé pour penser les cosmopolitiques [Boullier, 2015]). Il est en effet quasiment impossible de penser le numérique sans devenir soi-même un producteur, un acteur qui expérimente, pour mieux entrer dans ces politiques des algorithmes qui tendent toujours à se refermer en boîte noire.

Si Dominique Cardon y parvient à propos des algorithmes [2015], c'est aussi parce que ses protocoles de recherche comportent de forts dispositifs d'exploration numérique (*cf.* le projet Algopol de cartographie des réseaux sociaux personnels à partir de Facebook ou le projet Algodiv de mesure de la diversité sur Internet). Les critiques qui n'ont pas de mains ne nous ont guère intéressées ici et encore moins les prophètes parlant d'un futur radieux comme ceux annonçant la fin des temps merveilleux du pré-numérique. Il serait sans doute plus juste de penser le numérique comme un continent peuplé d'entités et de puissances totalement inédites pour les sciences sociales. La posture du perspectivisme de Viveiros de Castro [2009] serait ici la plus féconde car, de révolution en révolution, malgré tous les abus du terme qui ont été déjà soulignés à propos du numérique, les façons de penser le social sont en cours de modification profonde. Il serait alors nécessaire de retourner le point de vue pour apprendre de ce monde et repenser le social à sa lumière, comme ce fut fait après la révolution industrielle, ou encore au moment de l'explosion de la communication de masse [Breton et Proulx, 2012].

L'inventaire que nous avons tenté aura permis de rendre compte du regard classique des sciences sociales sur des phénomènes malgré tout émergents et donc difficile à étalonner. Mais il aura aussi insisté sur le défi que constituent ces nouveaux modes de calcul, ces nouvelles traces, ces nouveaux acteurs souverains que sont les plateformes, ces nouveaux réseaux de circulation accélérée. Face à cela, les sciences sociales doivent se réinventer et compléter leur arsenal théorique et méthodologique pour devenir ce que nous avons appelé des sciences sociales de troisième génération ou mieux encore d'une troisième longueur d'onde.

Bibliographie

Abbate Janet, 2000, *Inventing the Internet*, Cambridge (MA), MIT Press, 268 p.

Abbate Janet, 2012, *Recoding gender. Women's Changing Participation in Computing*, Cambridge, MIT Press, 240 p.

Adorno Theodor W. et Horkheimer Max, 1974, *La Dialectique de la raison. Fragments philosophiques*, Paris, Gallimard, 294 p.

Aguiton Christophe et Cardon Dominique, 2007, « The Strength of Weak Cooperation : an Attempt to Understand the Meaning of Web 2.0 », *Communications & Strategies*, n° 65, p. 51-65.

Aigrain Philippe, 2010, « La contribution créative : le nécessaire, le comment et ce qu'il faut faire d'autre », *in* Dacos Marin (dir.), *Read/Write Book*, OpenEdition Press, p. 105-114.

Akerlof George, 1971, « The Market for Lemons : Quality Uncertainty and the Market Mechanism », *Quarterly Journal of Economics*, 84(3), p. 488-500.

Akrich Madeleine et Meadel Cécile, 2009, « Internet : intrus ou médiateur dans la relation patient/médecin ? », *Santé, société, solidarité*, vol. 8, n° 2, p. 87-92.

Akrich Madeleine, 1987, « Comment décrire les objets techniques ? », *Techniques et culture*, n° 9, p. 49-64.

Akrich Madeleine, 2010, « From Communities of Practice to Epistemic Communities : Health Mobilizations on the Internet », *Sociological Research Online*, 15(2).

Akrich Madeleine, Callon Michel et Latour Bruno, 2006, *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs*, Paris, Presses des Mines, 304 p.

Alauzen Marie, 2019, « L'État plateforme et l'identification numérique des usagers : le processus de conception de FranceConnect », *Réseaux*, 2019/1, n° 213, p. 211-239.

Algan Yann, Bacache-Beauvallet Maya et Perrot Anne, 2016, « Administration numérique », *Notes du conseil d'analyse économique*, vol. 34, n° 7,

p. 1-12.
Allard Laurence et Vandenberghe Frédéric, 2003, « *Express yourself !* Les pages perso. Entre légitimation technopolitique de l'individualisme expressif et authenticité réflexive *peer to peer* », *Réseaux*, 2003/1, nº 117, p. 191-219.
Allard Laurence, 2005, « *Express Yourself* 2.0 », *in* Maigret Éric et Macé Éric (dir.), *Penser les médiacultures*, Paris, Armand Colin/INA.
Allard Laurence, 2010, *Mythologie du portable*, Paris, Le Cavalier Bleu, 96 p.
Allard Laurence, 2014, « *Express Yourself* 3.0 ! Le mobile comme média de la voix intérieure. Entre double agir communicationnel et continuum disjonctif soma-technologique », *in* Allard Laurence, Odin Roger et Creton Laurent (dir.), *Téléphone mobile et création*, Paris, Armand Colin.
Alter Norbert (dir.), 2002, *Les Logiques de l'innovation*, Paris, La Découverte, 288 p.
Alter Norbert, 1985, *La Bureautique dans l'entreprise. Les acteurs de l'innovation*, Paris, Éditions ouvrières, coll. « Médiatique », 206 p.
Alvarez R. Michael (dir.), 2016, *Computational Social Sciences. Discovery and Prediction*, New York, Cambridge University Press, 312 p.
Anderson Benedict, 1991, *Imagined Communities: Reflections on the Origin and Spread of Nationalism*, Londres et New York, Verso, 256 p. (édition révisée).
Anderson Chris, 2008, *The Long Tail. Why the Future of Business Is Selling Less of More*, New York, Hyperion. (Traduction française : *La Longue Traîne*, Paris, Village mondial, 2007.)
Anderson Chris, 2008, « The End of Theory : The Data Deluge Makes the Scientific Method », *Wired*, 23 juin. Disponible sur : www.wired.com/2008/06/pb-theory/ (consulté le 26 janvier 2016).
Anderson Chris, 2012, *Makers. La Nouvelle Révolution industrielle*, Paris, Pearson, 340 p.
Antheaume Alice, 2013, *Le Journalisme numérique*, Paris, Les Presses de Sciences Po, 186 p.
Arnaud Michel et Merzeau Louise (dir.), 2009, dossier « Traçabilité et réseaux », *Hermès*, nº 53.

Ashton Daniel, 2011, « Awarding the Self in Wikipedia : Identity Work and the Disclosure of Knowledge », *First Monday*, 16(1). Disponible sur : http://firstmonday.org/article/view/3156/2747 (consulté le 26 janvier 2016).

Attali Jacques, 2001, *Bruits*, Paris, Fayard, 304 p. (nouvelle édition revue et augmentée).

Aubert Aurélie, Charaudeau Patrick et Mehl Dominique, 2018, « Les attentats du 13 novembre sur BFM TV : informer en direct face au défi terroriste », *Réseaux*, 2018/1, n° 207, p. 229-254.

Audétat Marc (dir.), 2015, *Sciences et technologies émergentes : pourquoi tant de promesses ?*, Paris, Hermann, 318 p.

Auray Nicolas et Ouardi Samira, 2014, « Numérique et émancipation. De la politique du code au renouvellement des élites », *Mouvements*, n° 79, p. 13-27.

Auray Nicolas et Vétel Bruno, 2014, « L'exploration comme modalité d'ouverture attentionnelle : le cas d'un jeu freemium », *Réseaux*, n° 182, p. 153-186.

Auray Nicolas, 2004, « La régulation de la connaissance : arbitrage sur la taille et gestion aux frontières dans la communauté Debian », *Revue d'économie politique*, n° 113, p. 161-182.

Auray Nicolas, 2007, « Folksonomy : The New Way to Serendipity », *Communications & Strategies*, n° 65, p. 67-91.

Auroux Sylvain, 1994, *La Révolution technologique de la grammatisation*, Liège, Mardaga, 216 p.

Authier Michel et Lévy Pierre, 1992, *Les Arbres de connaissance*, Paris, La Découverte, coll. « Cahiers libres », 169 p.

Awenengo Dalberto Séverine, Banégas Richard et Cutolo Armando, 2018, « Biomaîtriser les identités ? État documentaire et citoyenneté au tournant biométrique », *Politique africaine*, 4, n° 152, p. 5-29.

Bachimont Bruno, 1999, « L'intelligence artificielle comme écriture dynamique : de la raison graphique à la raison computationnelle », *in* Petitot Jean et Fabbri Paolo (dir.), *Au nom du sens*, Paris, Grasset.

Bachimont Bruno, 2008, « Formal Signs and Numerical Computation : Between Intuitionism and Formalism. Critique of Computational Reason », *in* Schramm Helmar, Schwarte Ludger et Lazardzig Jan (dir.), *Instruments in Art and Science : On the Architectonics of Cultural*

Boundaries in the 17 th Century, Berlin, Walter de Gruyter Verlag, p. 362-382.

Badouard Romain et Musiani Francesca, 2012, « Towards a Typology of Internet Governance Socio-Technical Arrangements », *in* Massit-Folléa Françoise, Méadel Cécile et Monnoyer-Smith Laurence (dir.), *Normative Experiences in Internet Policy*, Paris, Presses des Mines, p. 99-124.

Bakshy Eytan, Hofman Jake M., Mason Winter et Watts Duncan J., 2011, « Everyone's an Influencer: Quantifying Influence on Twitter », *WSDM'11*, 9-12 février.

Balpe Jean-Pierre, 2000, *Contextes de l'art numérique*, Paris, Hermès-Lavoisier, 250 p.

Balz Claude, 1984, « MSG GRETEL : Images de personne(s) », *Réseaux*, vol. 2, n° 6, p. 3-19.

Barabási Albert-László et Bonabeau Éric, 2010, « Les réseaux invariants d'échelle », *Pour la Science*, n° 66.

Baran Paul *et al.*, 1964, « On Distributed Communications », The RAND Corporation.

Baran Paul, 1960, « Reliable Digital Communications Systems Using Unreliable Network Repeater Nodes », The RAND Corporation, document P-1995.

Barats Christine (dir.), 2017, *Manuel d'analyse du Web*, Paris, Armand Colin, 272 p.

Barbe Lionel, Merzeau Louise et Schafer Valérie (dir.), 2015, *Wikipédia, objet scientifique non identifié*, Presses universitaires de Paris Ouest, 216 p.

Bardini Thierry, 2000, *Bootstrapping : Douglas Engelbart, Coevolution, and the Origins of Personal Computing*, Stanford University Press, 312 p.

Barraud de Lagerie Pauline et Sigalo Santos Luc, 2018, « Et pour quelques euros de plus : le *crowdsourcing* de micro-tâches et la marchandisation du temps », *Réseaux*, vol. 212, n° 6, p. 51-84.

Barry Andrew, 2001, *Political Machines : Governing a Technological Society*, London, The Athlone Press, 305 p.

Barthes Roland, 1968, « La mort de l'Auteur », *in* Barthes Roland, *Le Bruissement de la langue*, Paris, Le Seuil, p. 61-67.

Barthes Roland, 1981, *La Chambre claire : note sur la photographie*, Paris, Gallimard, Le Seuil, 193 p.

Bastard Irène, 2018, « Quand un réseau confirme une place sociale : l'usage de Facebook par des adolescents de milieu populaire », *Réseaux*, 2018/2-3, n° 208-209, p. 121-145.

Bastard Irène, Cardon Dominique, Charbey Raphaël, Cointet Jean-Philippe et Prieur Christophe, 2017, « Facebook, pour quoi faire ? », *Sociologie*, vol. 8, n° 1.

Bastard Irène, Cardon Dominique, Fouetillou Guilhem, Prieur Christophe et Raux Stéphane, 2013, « Travail et travailleurs de la donnée », Internetactu.net, 13 décembre. Disponible sur : www.Internetactu.net/2013/12/13/travail-et-travailleurs-de-la-donnee/ (consulté le 26 janvier 2016).

Baudot Pierre-Yves, 2013, « L'informatique aux informaticiens. Sélection des acteurs, définition de l'instrument et politisation de l'informatique administrative (France, 1966-1975) », *in* Le Naour Gwenola et Massardier Gilles (dir.), *L'Action publique sélective*, Paris, LGDJ, p. 182-196.

Bauman Zygmunt, 2000, *Liquid Modernity*, Polity, 240 p.

Bauwens Michel et Kostakis Vasilis, 2017, *Manifeste pour une véritable économie collaborative – Vers une société des communs*, Éditions Charles Léopold Mayer, 112 p.

Bayart Benjamin, 2007, *Internet libre ou Minitel 2.0* [en ligne]. Huitièmes rencontres mondiales du logiciel libre, Amiens. Disponible sur : www.fdn.fr/minitel.avi (consulté le 26 janvier 2016).

Beaud Olivier et Vatin François, 2018, « Parcoursup : la loi en pratique », *Commentaire*, vol. 164, n° 4, p. 911-924.

Beaude Boris, 2009, « *Crime Mapping*, ou le réductionnisme bien intentionné », EspacesTemps.net, 4 mai. Disponible sur : www.espacestemps.net/articles/crime-mapping-ou-le-reductionnisme-bien-intentionne/(consulté le 26 janvier 2016).

Beaude Boris, 2014, *Les Fins d'Internet*, Paris, FYP éditions, 96 p.

Beaudouin Valérie et Licoppe Christian, 2002, présentation « Parcours sur Internet », *Réseaux*, n° 116, p. 9-15.

Beaudouin Valérie, 2008, « PowerPoint : le lit de Procuste revisité », *Social Science Information*, 47(3), p. 371-390.

Beauvisage Thomas, Beuscart Jean-Samuel et Mellet Kevin, 2018, « Numérique et travail à-côté : enquête exploratoire sur les travailleurs de l'économie collaborative », *Sociologie du travail*, vol. 60, n° 2, avril-juin.

Beauvisage Thomas, Beuscart Jean-Samuel, Couronné Thomas et Mellet Kevin, 2011, « Le succès sur Internet repose-t-il sur la contagion ? Une analyse des recherches sur la viralité », *Tracés. Revue de Sciences humaines*, n° 21, 1er décembre 2013. Disponible sur : https://journals.openedition.org/traces/5194 (consulté le 25 mars 2019).

Beck Ulrich, 1992, *Risk Society : Towards a New Modernity*, Sage Publications, 272 p.

Belot Laure, 2015, *La Déconnexion des élites. Comment Internet dérange l'ordre établi*, Paris, Les Arènes, 320 p.

Beltrame Tiziana Nicoletta et Jungen Christine (dir.), 2013, dossier « Les textures matérielles de l'accumulation », *Revue d'anthropologie des connaissances*, 4, vol. 7, n° 4.

Benasayag Miguel et Del Rey Angélique, 2006, *Plus jamais seul : le phénomène du téléphone portable*, Paris, Bayard Centurion, 110 p.

Benavent Christophe, 2016, *Plateformes : sites collaboratifs, marketplaces, réseaux sociaux… Comment ils influencent nos choix*, Éditions FYP, 224 p.

Benbouzid Bilel, 2018, « Quand prédire, c'est gérer : la police prédictive aux États-Unis », *Réseaux*, 2018/5, n° 211, p. 221-256.

Benhamou Françoise, 2011, *L'Économie de la culture*, Paris, La Découverte, coll. « Repères », 128 p.

Benhamou Françoise, 2014, *Le Livre à l'heure du numérique*, Paris, Le Seuil, 215 p.

Benjamin Walter, 2007 [1939], *L'Œuvre d'art à l'époque de sa reproductibilité technique*, Paris, Gallimard, coll. « Folioplus », 162 p.

Benkler Yochai, 2006, *The Wealth of Networks : How Social Production Transforms Markets and Freedom*, New Haven and London, Yale University Press, 528 p. (Traduction française : *La Richesse des réseaux*, Lyon, PUL, 2009, 608 p.)

Benkler Yochai, Faris Robert et Roberts Hal, 2018, *Network Propaganda: Manipulation, Disinformation and Radicalization in American*

Politics, Oxford University Press, 472 p.

Benkler Yochai, Hal Roberts, Faris Robert, Solow-Niederman Alicia et Etling Bruce, 2015, « Social Mobilization and the Networked Public Sphere : Mapping the SOPA-PIPA Debate », *Political Communication*, 32(4), p. 594-624.

Bensaude-Vincent Bernadette, 2009, *Les Vertiges de la technoscience. Façonner le monde atome par atome*, Paris, La Découverte, 223 p.

Bensoussan Alain et Bensoussan Jérémy (dir.), 2015, *Droit des robots*, Paris, Éditions Larcier, coll. « Lexing-Technologies avancées & Droit », 168 p.

Benyekhlef Karim et Jie Zhu, 2018, « Intelligence artificielle et justice : justice prédictive, conflits de basse intensité et données massives », vol. 30, nº 3, *Les Cahiers de propriété intellectuelle*, p. 789-826.

Benyekhlef Karim, 2016, « Online Consumer Dispute Resolution: a Narrative Around (and an Example of) Postmodern Law », vol. 21, Lex Electronica 57. Disponible sur : https://www.lex-electronica.org/s/1507.

Benyekhlef Karim, Bailey Jane, Burkell Jacqueline et Gélinas Fabien, 2016, *eAccess to Justice*, Ottawa, University of Ottawa Press, 460 p.

Berbain Côme, 2017, « La *blockchain* : concept, technologies, acteurs et usages », *Annales des Mines – Réalités industrielles*, nº 3, août.

Berger Peter et Luckmann Thomas, 1986 [1966], *La Construction sociale de la réalité*, Paris, Méridiens.

Bergström Marie, 2019, *Les nouvelles lois de l'amour : sexualité, couple et rencontres au temps du numérique*, Paris, La Découverte, 228 p.

Berners-Lee Tim et Cailliau Robert, 1990, *WorldWideWeb : Proposal for a HyperText Project*, CERN, 12 novembre. Disponible sur : http://info.cern.ch/Proposal.html (consulté le 26 janvier 2016).

Berners-Lee Tim, « Semantic Web Roadmap » [en ligne], septembre 1998 (brouillon). Disponible sur : www.w3.org/
DesignIssues/Semantic.html (consulté le 26 janvier 2016).

Berners-Lee Tim, 2008, *The Web Does Not Just Connect Machines, It Connects People*, Knight Foundation Conference, 14 septembre. Disponible sur : http://webfoundation.org/about/community/knight-2008-tbl-speech/(consulté le 26 janvier 2016).

Bernoux Philippe, 1985, *La Sociologie des organisations*, Paris, Le Seuil, coll. « Points », 466 p.
Berry Gérard, 2008, *Pourquoi et comment le monde devient numérique*, Paris, Fayard, coll. « Collège de France », 78 p.
Berthier Thierry, 2019, « Lorsque l'IA élargit le spectre des cybermenaces », *Défense et sécurité internationale*, n° 65, p. 34-37.
Bertho-Lavenir Catherine, 1981, *Télégraphes et téléphones : de Valmy au microprocesseur*, Paris, Le Livre de Poche, 538 p.
Bertillot Hugo, 2016, « Des indicateurs pour gouverner la qualité hospitalière : sociogenèse d'une rationalisation en douceur », *Sociologie du travail*, vol. 58, n° 3, p. 227-252.
Bertin Jacques, 1973, *Sémiologie graphique : les diagrammes, les réseaux, les cartes*, Paris, Les Éditions de l'EHESS, 444 p.
Bertrand David, 2018, « L'essor du féminisme en ligne : symptôme de l'émergence d'une quatrième vague féministe ? », *Réseaux*, 2018/2-3, n° 208-209, p. 232-257.
Bessy Christian et Chateauraynaud Francis, 1995, *Experts et faussaires. Une sociologie de la perception*, Paris, Métailié, 365 p.
Beuscart Jean-Samuel, 2002, « Les usagers de Napster, entre communauté et clientèle. Construction et régulation d'un collectif sociotechnique », *Sociologie du travail*, vol. 44, n° 4, p. 461-480.
Beuscart Jean-Samuel, Cardon Dominique, Pissard Nicolas et Prieur Christophe, 2009, « Pourquoi partager mes photos de vacances avec des inconnus ? Les usages de Flickr », *Réseaux*, 2, n° 154, p. 91-129.
Beuscart Jean-Samuel, Chauvin Pierre-Marie, Jourdain Anne, Naulin Sidonie (dir.), 2015, « La réputation et ses dispositifs », *Terrains & travaux*, n° 26, Cachan, ENS Cachan.
Beuscart Jean-Samuel, Dagiral Éric, Parasie Sylvain, 2016, *Sociologie d'Internet*, Paris, Armand Colin, 222 p.
Bigo Didier, 2016, « Digital Surveillance and Everyday Democracy », in *The Routledge International Handbook of Criminology and Human Rights*, 125-35, Routledge.
Bigo Didier, 2019, « Beyond National Security, the Emergence of a Digital Reason of State(s) Led by Transnational Guilds of Sensitive Information: The Case of the Five Eyes Plus Network », in *Research*

Handbook on Human Rights and Digital Technology, p. 33-52, Cheltenham : Edward Elgar Publishing.

Blanquart Paul, 1997, *Une histoire de la ville. Pour repenser la société*, Paris, La Découverte, p. 194.

Blatrix Cécile, Blondiaux Loïc, Fourniau Jean-Michel, Hériar Dubreuil Bertrand, Lefebvre Rémi et Revel Martine (dir.), 2007, *Le Débat public : une expérience française de démocratie participative*, Paris, La Découverte.

Bloch Marc, 1998 [1939-1940], *La Société féodale*, 2 volumes, Albin Michel.

Blondeau Olivier et Allard Laurence, 2007, *Devenir média. L'activisme sur Internet, entre défection et expérimentation*, Éditions Amsterdam, 381 p.

Blondiaux Loïc et Traïni Christophe, 2018, *La démocratie des émotions : dispositifs participatifs et gouvernabilité des affects*, Presses de Sciences Po, 248 p.

Blondiaux Loïc, 1998, *La Fabrique de l'opinion. Une histoire sociale des sondages*, Paris, Le Seuil, 600 p.

Bloom Nicholas, Jones Charles I., Van Reenen John et Webb Michael, 2017, « Are Ideas Getting Harder to Find? », *NBER Working Paper*, n° 23782, septembre.

Blum Andrew, 2012, *Tubes. Behind the Scenes at the Internet*, London, Penguin Books, 304 p.

Boczkowski Pablo J., 2004, *Digitizing the News : Innovation in Online Newspapers*, Cambridge (MA), MIT Press, 280 p.

Boczkowski Pablo J., 2010, *News at Work : Imitation in an Age of Information Abundance*, University of Chicago Press, 272 p.

Boelaert Julien et Ollion Étienne, 2018, « The Great Regression: Machine Learning, Econometrics, and the Future of Quantitative Social Sciences », *Revue française de sociologie*, vol. 59(3), p. 475-506.

Boellstorff Tom, 2010, *Coming of Age in Second Life : An Anthropologist Explores the Virtually Human*, Princeton, Princeton University Press, 328 p.

Boltanski Luc et Chiapello Ève, 1999, *Le Nouvel Esprit du capitalisme*, Paris, Gallimard, coll. « NRF essais », 843 p.

Boltanski Luc et Thévenot Laurent, 1991, *De la justification : les économies de la grandeur*, Paris, Gallimard, 483 p.

Boltanski Luc, 2009, *De la critique. Précis de sociologie de l'émancipation*, Paris, Gallimard, coll. « NRF essais », 312 p.

Bolter Jay-David et Grusin Richard, 2001, *Remediation. Understanding New Media*, Cambridge (MA), The MIT Press, 312 p.

Bomsel Olivier, 2007, *Gratuit ! Du déploiement de l'économie numérique*, Paris, Gallimard, coll. « Folio », 304 p.

Bomsel Olivier, 2010, *L'Économie immatérielle. Industries et marchés d'expérience*, Paris, Gallimard, 288 p.

Bond Robert M., Fariss Christopher J., Jones Jason J., Kramer Adam D. I., Marlow Cameron, Settle Jaime E. et Fowler James H., 2012, « A 61-Million-Person Experiment in Social Influence and Political Mobilization », *Nature*, vol. 489, p. 295-298.

Bouchardon Serge, 2009, *Littérature numérique : le récit interactif*, Paris, Hermès Lavoisier, 264 p.

Boullier Dominique, 1989, « Archéologie des messageries », *Réseaux*, n° 38, p. 9-29.

Boullier Dominique, 1993, « La gestion de chantier comme traduction entre univers virtuels », *Informatisation et relations d'échanges sur le chantier*, n° 57, PCA, coll. « Recherches ».

Boullier Dominique, 1995, « La vidéosurveillance à la RATP : un maillon controversé de la chaîne de production de sécurité », *Les Cahiers de la sécurité intérieure*, n° 21, p. 88-100.

Boullier Dominique, 1999, *L'Urbanité numérique*. *Essai sur la troisième ville en 2100*, Paris, L'Harmattan, 184 p.

Boullier Dominique, 2001, « Les conventions pour une appropriation durable des TIC. Utiliser un ordinateur et conduire une voiture », *Sociologie du travail*, 3, vol. 43, n° 3, p. 369-387.

Boullier Dominique, 2002, « Les études d'usages : entre normalisation et rhétorique », *Annales des télécommunications*, vol. 57, n° 3-4, p. 190-209.

Boullier Dominique, 2002, « Objets communicants, avez-vous donc une âme ? Enjeux anthropologiques », *Les Cahiers du numérique*, 4, n° 3, p. 45-60.

Boullier Dominique, 2003, *Déboussolés de tous les pays !* Paris, Éditions Cosmopolitiques, 224 p.
Boullier Dominique, 2004, *The Platform Effect in Social Sciences. First European User Lab Conference*, 24 novembre, Paris, Cité des Sciences.
Boullier Dominique, 2006, « Aide-toi, l'aide t'aidera. Prise et emprise dans les aides homme-machine », *Intellectica*, vol. 2, n° 44, p. 17-44.
Boullier Dominique, 2006, « Capitalisme financier, innovation d'opinion et conventions socio-cognitives », *Quaderni*, printemps, n° 60, p. 25-34.
Boullier Dominique, 2008, « Le Web immersif », *Quaderni*, printemps, n° 66, p. 67-80.
Boullier Dominique, 2009, « Les industries de l'attention : au-delà de la fidélisation et de l'opinion », *Réseaux*, n° 154, p. 232-246.
Boullier Dominique, 2010, *La Ville-Événement. Foules et publics urbains*, Paris, PUF, coll. « La ville en débats », 147 p.
Boullier Dominique, 2011, « Habitèle virtuelle : une nouvelle enveloppe pour commuter, notre téléphone portable », *Urbanisme*, janvier-février, n° 376, p. 42-44.
Boullier Dominique, 2011, « Profils, alerte et vidéos : l'outre-lecture ou la fin de la lecture ? », *in* Evans Christophe (dir.), *Pour une sociologie de la lecture*, Paris, Éditions du Cercle de la librairie.
Boullier Dominique, 2012, « Preserving Diversity in Social Networks Architectures », in Massit-Follea Françoise, Méadel Cécile et Monnoyer-Smith Laurence (dir.), *Normative Experience in Internet Politics*, Paris, Presses de l'École des Mines.
Boullier Dominique, 2013, « Le "hard" du "soft" : la matérialité du réseau des réseaux », *CERISCOPE Puissance*. Disponible sur : http://ceriscope.sciences-po.fr/puissance/content/part2/le-hard-du-soft-la-materialite-du-reseau-des-reseaux (consulté le 26 janvier 2016).
Boullier Dominique, 2013, « Plateformes de réseaux sociaux et répertoires d'action collective », *in* Najar Sihem (dir.), *Les Réseaux sociaux sur Internet à l'heure des transitions démocratiques*, Paris, Éditions Karthala.
Boullier Dominique, 2014, « Habitele : Mobile Technologies Reshaping Urban Life », *Urbe Brazilian Journal of Urban Management*, 6(1),

p. 13-16.
Boullier Dominique, 2014, « Internet est maritime : les enjeux des câbles sous-marins », *Revue internationale et stratégique*, automne, n° 95, Paris, Armand Colin, IRI, p. 149-158.
Boullier Dominique, 2014, « Médiologie des régimes d'attention », *in* Citton Yves (dir.), *L'Économie de l'attention. Nouvel horizon du capitalisme ?* Paris, La Découverte, p. 84-108.
Boullier Dominique, 2014, « MOOC : en attendant l'innovation », *Distances et médiations des savoirs*, 2014/6. Disponible sur : http://dms.revues.org/685 (consulté le 26 janvier 2016).
Boullier Dominique, 2015, « Cosmopolitics : To Become Within, From Cosmos to Urban Life », *in* Yaneva Albena et Zaera-Polo Alejandro (dir.), *What Is Cosmopolitical Design ?*, Farhnam, Ashgate.
Boullier Dominique, 2015, « L'écume des territoires numériques », *in* Severo Marta et Romele Alberto (dir.), *Traces numériques et territoires*, Paris, Presses des Mines.
Boullier Dominique, 2015, « Les sciences sociales face aux traces du *big data*. Société, opinion ou vibrations ? », *Revue française de science politique*, 5, vol. 65, n° 5-6, p. 805-828.
Boullier Dominique, 2017, « Nos enveloppes numériques », entretien, *Stream 04*, novembre (Les paradoxes du vivant), p. 351-361.
Boullier Dominique, 2018, « Avec les réseaux sociaux numériques, l'événement devient un fait social », *Le Temps des médias*, 31(2), p. 230-241.
Boullier Dominique, 2018, « Critique du numérique, numérisation de la critique », *in* Canu Roland, Chaulet Johann, Datchary Caroline, Figeac Julien (dir.), *Critiques du numérique*, Paris, L'Harmattan, p. 173-206.
Boullier Dominique, 2019, « Tracer l'émergence des foules et des publics en ligne et sur site », EspacesTemps.net, *Travaux*, 22 février. Disponible sur : https://www.espacestemps.net/articles/tracer-lemergence-des-foules-et-des-publics-en-ligne-et-sur-site/
Boullier Dominique, 2020, *Pour lutter contre le réchauffement médiatique*, Paris, Dunod (à paraître).
Boullier Dominique et Chevrier Stéphane, 1996, « Construire une cause nationale : police, gendarmerie et sécurité routière », *Les Cahiers de la sécurité intérieure*, 3e trimestre, n° 25.

Boullier Dominique et Crépel Maxime, 2009, « La raison du nuage de tags : format graphique pour le régime de l'exploration », *Communication & langages*, n° 160, p. 111-125.
Boullier Dominique et Crépel Maxime, 2014, « Vélib and Data : A New Way of Inhabiting The City », *Urbe Brazilian Journal of Urban Management*, 6(1), p. 47-56.
Boullier Dominique et Crépel Maxime, 2016, *Insurance for Building Trust and Enabling Big Data*, rapport final Axa Research Fund.
Boullier Dominique et El Mhamdi El Mahdi, 2019, « Des modèles aux pratiques : le *Machine Learning* à l'épreuve de la complexité », *Revue d'anthropologie des connaissances* (à paraître).
Boullier Dominique et Lévy Jacques (dir.), 2016, dossier « Topographies et topologies », *Réseaux*, 1, n° 195.
Boullier Dominique et Lohard Audrey, 2010, « Mesurer les qualités d'un jeu vidéo : méthodes de calcul en logique floue », *Questions de communication*, n° 17, p. 87-108.
Boullier Dominique et Lohard Audrey, 2012, *Opinion Mining et Sentiment Analysis : méthodes et outils*, Paris, OpenEditions Press.
Boullier Dominique, Crépel Maxime et Jacomy Mathieu, 2016, « Zoomer n'est pas explorer : spatialiser les graphes, catégoriser et (dé)construire les réseaux », *Réseaux*, 2016/1, n° 195, janvier.
Boullier Dominique, Sivakumar Niranjan, Crépel Maxime et Juguet Stéphane, 2017, « Trust Architectures in Payment Systems: The Great Bifurcation », 13 août. Disponible sur : ArXiV https://arxiv.org/abs/1708.03864.
Bourcier Danièle et De Filippi Primavera, 2018, « Transparence des algorithmes face à l'*open data* : quel statut pour les données d'apprentissage ? », *Revue française d'administration publique*, vol. 167, n° 3, p. 525-537.
Bourcier Danièle et Dulong de Rosnay Mélanie (dir.), 2004, *International Commons at the Digital Age. La création en partage*, Paris, Romillat, 182 p.
Bourdieu Pierre (dir.), 1965, *Un art moyen : essai sur les usages sociaux de la photographie*, Paris, Les Éditions de Minuit,
coll. « Le sens commun », 368 p.
Bourdieu Pierre, 1996, *Sur la télévision*, Paris, Liber éditions, 95 p.

Boutet Manuel, 2008, « S'orienter dans les espaces sociaux en ligne. L'exemple d'un jeu », *Sociologie du travail*, octobre-décembre, vol. 50, nº 4, p. 447-470.
Bowker Geoffrey et Leigh Star Susan, 1999, *Sorting Things Out : Classification and Its Consequences*, Cambridge (MA), The MIT Press, 389 p.
Bowker Geoffrey, 2006, *Memory Practices in the Sciences*, Cambridge (MA), The MIT Press, 261 p.
Boyadjian Julien, 2017, « Les conditions de scientificité des *big data* en science politique », *Revue française de science politique*, vol. 67(5), p. 919-929.
Boyd Danah, 2006, « Friends, Friendsters and MySpace Top 8 », *First Monday*, 4 décembre, 11(12).
Boyd Danah, 2014, *It's Complicated : The Social Lives of Networked Teens*,
New Haven, Yale University Press, 296 p.
Breton Philippe et Proulx Serge, 2002, *L'Explosion de la communication à l'aube du xxie* siècle, Paris, La Découverte, coll. « Sciences et société », 390 p.
Breton Philippe et Proulx Serge, 2012, *L'Explosion de la communication. Introduction aux théories et aux pratiques de la communication*, Paris, La Découverte, coll. « Grands Repères », 376 p.
Breton Philippe, 1987, *Histoire de l'informatique*, Paris, La Découverte, 239 p.
Breton Philippe, 2000, *Le Culte de l'Internet. Une menace pour le lien social ?* Paris, La Découverte, 125 p.
Bruno Isabelle et Didier Emmanuel, 2013, *Benchmarking. L'État sous pression statistique*, Paris, La Découverte, coll. « Zones », 208 p.
Bunz Mercedes et Meikle Graham, 2018, *The Internet of Things*, Polity Press, London, 192 p.
Burt Ronald S., 2004, « Structural Holes and Good Ideas », *American Journal of Sociology*, 110(2), p. 349-399.
Burt Ronald S., 2005, *Brokerage and Closure : An Introduction to Social Capital*, Oxford University Press, 296 p.
Buterin Vitalik, 2017, « The Meaning of Decentralization », *Medium*, 6 février. Disponible sur : https://medium.com/@VitalikButerin/the-

meaning-of-decentralization-a0c92b76a274.
Cagé Julia et Hervé Nicolas, 2017, *L'information à tout prix*, Paris, INA, 174 p.
Callon Michel (dir.), 1998, *The Laws of the Markets*, Oxford, Wiley-Blackwell, 288 p.
Callon Michel et Latour Bruno, « Les paradoxes de la modernité. Comment concevoir les innovations ? », *Prospective et santé*, 1985, n° 36, p. 13-25.
Callon Michel, 1979, « L'État face à l'innovation technique. Le cas du véhicule électrique », *Revue française de science politique*, vol. 29, n° 3, p. 426-447.
Callon Michel, 1986, « Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc », *L'Année sociologique*, n° 36, p. 169-208.
Callon Michel, Courtial Jean-Pierre et Penan Hervé, 1993, *La Scientométrie*,
Paris, PUF, coll. « Que sais-je ? », 128 p.
Callon Michel, Lascoumes Pierre et Barthe Yannick, 2001, *Agir dans un monde incertain*. *Essai sur la démocratie technique*, Paris, Le Seuil, 358 p.
Canu Roland, Chaulet Johann, Datchary Caroline et Figeac Julien (dir.), 2018, *Critiques du numérique*, Paris, L'Harmattan, 230 p.
Cardon Dominique et Casilli Antonio A., 2015, *Qu'est-ce que le Digital Labor ?*, Paris, INA Éditions, 104 p.
Cardon Dominique et Granjon Fabien, 2003, « Peut-on se libérer des formats médiatiques ? Le mouvement alter-mondialisation et l'Internet », *Mouvements*, 1, n° 25, p. 67-73.
Cardon Dominique et Granjon Fabien, 2013 [2010], *Médiactivistes*, Paris, Les Presses de Sciences Po, 200 p. (2e édition augmentée et mise à jour).
Cardon Dominique et Levrel Julien, 2009, « La vigilance participative. Une interprétation de la gouvernance de Wikipédia », *Réseaux*, 2, n° 154, p. 51-89.
Cardon Dominique, 2008, « Le design de la visibilité. Un essai de cartographie du Web 2.0 », *Réseaux*, 6, n° 152, p. 93-137.

Cardon Dominique, 2010, *La Démocratie Internet, promesses et limites*, Paris, Le Seuil, coll. « La République des idées », 102 p.
Cardon Dominique, 2013, « Dans l'esprit du PageRank. Une enquête sur l'algorithme de Google », *Réseaux*, vol. 31, n° 177, p. 63-95.
Cardon Dominique, 2015, *À quoi rêvent les algorithmes ? Nos vies à l'heure des Big Data*, Paris, Le Seuil, coll. « La République des idées », 108 p.
Cardon Dominique, 2019, *Culture numérique*, Paris, Presse de Sciences Po.
Cardon Dominique, Cointet Jean-Philippe et Mazières Antoine, 2018, « La revanche des neurones : l'invention des machines inductives et la controverse de l'intelligence artificielle », *Réseaux*, 2018/5, n° 211, p. 173-220.
Casebourne Imogen, Cris Davies, Fernandes Michelle et Norman Naomi, 2012, « Assessing the Accuracy and Quality of Wikipedia Entries Compared to Popular Online Encyclopaedias : A Comparative Preliminary Study Across Disciplines in English, Spanish and Arabic », Epic, Brighton. Disponible sur : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:EPIC_Oxford_report.pdf (consulté le 26 janvier 2016).
Casilli Antonio A., 2010, *Les Liaisons numériques. Vers une nouvelle sociabilité ?* Paris, Le Seuil, 331 p.
Casilli Antonio A., 2013, « Contre l'hypothèse de la "fin de la vie privée" », *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, n° 3. Disponible sur : http://rfsic.revues.org/630 (consulté le 26 janvier 2016).
Castagnino Florent, 2018, « Critique des *surveillances studies* : éléments pour une sociologie de la surveillance », *Déviance et Société*, vol. 42, n° 1, p. 9-40.
Castells Manuel, 1998-1999, *L'Ère de l'information*, Tome 1 : *La Société en réseaux* ; tome 2 : *Le Pouvoir de l'identité* ; tome 3 : *Fin de millénaire*, Paris, Fayard (1re édition : *The Information Age*, Oxford, Blackwell, 1996-1998).
Castells Manuel, 2009, *Communication Power*, Oxford/New York, Oxford University Press, 571 p.

Certeau (de) Michel et Giard Luce, 1983, *L'Ordinaire de la communication*, Paris, Dalloz.
Certeau (de) Michel, 1980, *L'Invention du quotidien*. Tome 1 : *Arts de faire*, Paris, UGE, coll. « 10/18 ».
Chamayou Grégoire, 2013, *Théorie du drone*, Paris, La Fabrique Éditions, 363 p.
Champagne Patrick, 1990, *Faire l'opinion. Le nouveau jeu politique*, Paris, Éditions de Minuit, 320 p.
Chantepie Philippe et Le Diberder Alain, 2005, *Révolution numérique et industries culturelles*, Paris, La Découverte, coll. « Repères », 122 p.
Chateauraynaud Francis et Debaz Josquin, 2010, « Le partage de l'hypersensible : le surgissement des électrohypersensibles dans l'espace public », *Sciences sociales et santé*, vol. 28, n° 3, septembre 2010, p. 5-33.
Chateauraynaud Francis et Debaz Josquin, 2017, *Aux bords de l'irréversible : sociologie pragmatique des transformations*, Paris, Éditions Pétra, 648 p.
Chateauraynaud Francis et Torny Didier, 1999, *Les Sombres Précurseurs. Une sociologie de l'alerte et du risque*, Paris, Les Éditions de l'EHESS, 476 p.
Chateauraynaud Francis, 2011, *Argumenter dans un champ de forces : essai de balistique sociologique*, Paris, Éditions Pétra, 484 p.
Chateauraynaud Francis, 2014, « Trajectoires argumentatives et constellations discursives. Exploration socio-informatique des futurs du nanomonde », *Réseaux*, n° 188, p. 121-158.
Chateauraynaud Francis, 2019, « Petit traité de contre-intelligence artificielle : retour sociologique sur des expérimentations numériques », *Zilsel*, 5(1), p. 174-195.
Cheng Justin, Adamic Lada A., Kleinberg Jon M. et Leskovec Jure, 2016, « Do Cascades Recur? », *WWW 2016*, 11-15 avril.
Chevallier Jacques, 2018, « Vers l'État-plateforme ? », *Revue française d'administration publique*, vol. 167, n° 3, p. 627-637.
Christo Sims et Tripp Lisa, 2009, *Hanging Out, Messing Around, Geeking Out : Living and Learning with New Media*, Cambridge (MA), The MIT Press, 128 p.

Cisel Mathieu, 2017, « Caractériser les vidéos de MOOC et leur place dans les dispositifs pour mieux interpréter les analyses de traces d'interaction », *Distances et médiations des savoirs*, n° 20, 18 décembre. Disponible sur : https://journals.openedition.org/dms/2015 (consulté le 9 avril 2019).

Citton Yves, 2014, *Pour une écologie de l'attention*, Paris, Le Seuil, coll. « La Couleur des idées », 312 p.

Claisse Gérard, 1983, *Transports ou télécommunications, les ambiguïtés de l'ubiquité*, Lyon, Presses universitaires de Lyon.

Clarke Steve, Savulescu Julian, Coady Tony, Giubilini Alberto et Sanyal Sagar, 2016, *The Ethics of Human Enhancement: Understanding the Debate*, Oxford, UK, Oxford University Press, 292 p.

Clavert Frédéric et Muller Caroline, 2019, « Le goût de l'archive à l'ère numérique », *La Gazette des archives*, 2019-1(253).

Clavert Frédéric et Schafer Valérie, 2019, « Les humanités numériques, un enjeu historique », *Quaderni*, 98(1), p. 33-49.

Coase Ronald H., 1959, « The Federal Communications Commission », *Journal of Law and Economics*, 2(1), p. 1-40.

Cochoy Franck, 2002, *Une sociologie du packaging ou l'âne de Buridan face au marché*, Paris, PUF, 225 p.

Cointet Jean-Philippe et Parasie Sylvain, 2018, « Ce que le *big data* fait à l'analyse sociologique des textes : un panorama critique des recherches contemporaines », *Revue française de sociologie*, 2018/3, vol. 59, p. 533-557.

Coleman E. Gabriella, 2013, *Coding freedom : the ethics and aesthetics of hacking*, Princeton, Princeton University Press, 272 p.

Coll Sami, 2014, *Surveiller et récompenser. Les cartes de fidélité qui nous gouvernent*, Genève, Éditions Seismo, coll. « Terrains des sciences sociales », 348 p.

Collet Gérard, Anselm Didier, Narvor Brigitte, Robin-Brosse Patrick, Terepa Claude, 2005, *Le Développement des cartables numériques : les valeurs de l'école face au numérique*, Paris, INRP.

Collet Isabelle, 2011, « Effet de genre : le paradoxe des études d'informatique », *tic&société*, vol. 5, n° 1. Disponible sur : https://journals.openedition.org/ticetsociete/955

Combes Clément, 2015, « Du rendez-vous télé au *binge watching* : typologie des pratiques de visionnage de séries télé à l'ère numérique », *Études de communication*, n° 44, p. 97-114.
Compagno Dario, Mercier Arnaud, Mésangeau Julien et Chelghoum Kamel, 2017, « La reconfiguration du pluralisme de l'information opérée par les réseaux socionumériques », *Réseaux*, 2017/5, n° 205, p. 91-116.
Cordey Michaël et Rossi Ilario, 2015, « Lorsque les électrosensibles racontent », *Revue des sciences sociales*, n° 53, p. 66-75.
Cornu Jean-Michel, 2008, *Nouvelles Technologies, Nouvelles Pensées. La convergence des NBIC*, Paris, Éditions FYP.
Cornut St-Pierre Pascale, 2019, *La fabrique juridique des swaps. Quand le droit organise la financiarisation du monde*, Paris, Presses de Sciences Po, 336 p.
Courmont Antoine, 2018, « Où est passée la *smart city* ? Firmes de l'économie numérique et gouvernement urbain », *Cities are back in town*, Working Paper, Sciences Po Urban School, novembre.
Courmont Antoine, 2018, « Plateforme, *big data* et recomposition du gouvernement urbain : Les effets de Waze sur les politiques de régulation du trafic », *Revue française de sociologie*, 2018/3, vol. 59, p. 423-449.
Couture Stéphane, 2012, « Écriture et performativité du code source », *in* Proulx Serge et Klein Annabelle (dir.), *Communication numérique et lien social*, Namur, Presses de l'université de Namur, p. 168-184.
Couture Stéphane, 2012, « L'écriture collective du code source informatique. Le cas du commit comme acte d'écriture du code source », *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 6, n° 1, p. 21-42.
Craipeau Sylvie, 2011, *La Société en jeu(x). Le laboratoire social des jeux en ligne*, Paris, PUF, 216 p.
Crépel Maxime, 2013, « Conception et usage des systèmes de *tagging* : du récit des pratiques aux traces observables sur le Web », *in* Barats Christine (dir.), *Manuel d'analyse du Web en sciences humaines et sociales*, Paris, Armand Colin, coll. « U ».
Crosset Valentine et Dupont Benoit, 2018, « Internet et propagande jihadiste : la régulation polycentrique du cyberespace », *Critique internationale*, 2018/1 (n° 78), p. 107-125.

Crozier Michel et Friedberg Erhard, 1977, *L'Acteur et le Système*, Paris, Le Seuil, 448 p.
Curien Nicolas et Winston Maxwell, 2011, *La Neutralité d'Internet*, Paris, La Découverte, coll. « Repères ».
Dacos Marin et Mounier Pierre, 2010, *L'Édition électronique*, Paris, La Découverte, coll. « Repères », 128 p.
Dagiral Éric et Martin Olivier, 2017, « Liens sociaux numériques », *Sociologie*, vol. 8, n° 1, mis en ligne le 19 mai 2017.
Dagnaud Monique, 2011, *Génération Y, les jeunes et les réseaux sociaux : de la dérision à la subversion*, Paris, Presses de Science Po, 172 p.
Dagnaud Monique, 2018, « Internet, une passion masculine », *Le Débat*, vol. 200, n° 3, p. 123-142.
Dang Nguyen Godefroy et Lethiais Virginie, 2016, « Impact des réseaux sociaux sur la sociabilité : le cas de Facebook », *Réseaux*, 2016/1, n° 195, p. 165-195.
Dang Nguyen Godefroy et Dejean Sylvain, 2014, *Le Numérique. Économie du partage et des transactions*, Paris, Economica.
Daumas Maurice, 1962-1979, *Histoire générale des techniques* (5 volumes), Paris, PUF.
Dawkins Richard, 1976, *The Selfish Gene*, Oxford, Oxford University Press, 496 p.
De Boisboissel Gérard, 2019, « Intelligence artificielle, le champ des possibles », *Défense et sécurité internationale*, n° 65, p. 18-21.
De Filippi Primavera, 2018, *Blockchain et cryptomonnaies*, Paris, Presses Universitaires de France, coll. « Que sais-je ? », 128 p.
De Rosnay Joël, 2006, *La Révolte du pronétariat. Des mass medias aux médias des masses*, Paris, Fayard.
De Sola Pool Ithiel (dir.), 1977, *The Social Impact of The Telephone*, MIT Press, 472 p.
Déage Margot, 2018, « S'exposer sur un réseau fantôme : Snapchat et la réputation des collégiens en milieu populaire », *Réseaux*, 2018/2, n° 208-209, p. 147-172.
Debray Régis, 1991, *Cours de médiologie générale*, Paris, Gallimard, coll. « Bibliothèque des idées », 395 p.

Degenne Alain et Forse Michel, 1994, *Les Réseaux sociaux. Une approche structurale en sociologie*, Paris, Armand Colin, coll. « U ».

Denis Jérôme, 2018, *Le travail invisible des données : éléments pour une sociologie des infrastructures scripturales*, Paris, Presses des Mines, 208 p.

Dennett Daniel C., 2017, *From Bacteria to Bach and Back. The Evolution of Minds*, Londres, Penguin Books, 496 p.

Déotte Jean-Louis, 2001, *L'Époque de l'appareil perspectif, Brunelleschi, Machiavel, Descartes*, Paris, L'Harmattan.

Déotte Jean-Louis, 2007, *Qu'est-ce qu'un appareil ? Walter Benjamin, Jean-François Lyotard, Rancière*, Paris, L'Harmattan, coll. « Esthétiques ».

Desrosières Alain, 1993, *La Politique des grands nombres. Histoire de la raison statistique*, Paris, La Découverte.

Desrosières Alain, 2014, *Prouver et gouverner : une analyse politique des statistiques publiques*, Paris, La Découverte, 284 p. (Recueil posthume de textes choisis et rassemblés par Emmanuel Didier.)

Dieberger A., Dourish P., Höök K., Resnick P. et Wexelblat A., 2000, « Social Navigation. Techniques for Building More Usable Systems », *Interaction*, 7(6), p. 36-45.

Dillenbourg Pierre, Prieto Luis P. et Olsen Jennifer K., 2018, « Classroom Orchestration », *International Handbook of the Learning Sciences*, p. 180-190.

Diminescu Dana, 2016, « Traces numériques », *Plein droit*, vol. 110(3), n° 3-6.

Dodier, Nicolas, 1995, *Les Hommes et les Machines. La conscience collective dans les sociétés technicisées*, Paris, Métailié.

Domingos Pedro, 2015, *The Master Algorithm. How the Question for the Ultimate Machine Will Remake our World*, London, Penguin Random House UK, 352 p.

Donzelot, Jacques, 2003, *Faire société. La politique de la ville aux États-Unis et en France*, Paris, Le Seuil.

Douay Nicolas, 2018, *L'urbanisme à l'heure du numérique*, Paris, Iste Éditions, 184 p.

Doueihi Milad et Domenicucci Jacopo (dir.), 2018, *La confiance à l'ère numérique*, Paris, Éditions Berger-Levrault et Éditions Rue d'Ulm,

288 p.
Doueihi Milad, 2008, *La Grande Conversion numérique*, Paris, Le Seuil.
Dunbar R. I. M., « Do Online Social Media Cut Through the Constraints that Limit the Size of Offline Social Networks? », *Royal Society Open Science*.
Duportail Judith, 2019, *L'amour sous algorithme*, Paris, Éditions Goutte d'Or, 230 p.
Dupuy Jean-Pierre et Grinbaum Alexai, 2004, « Living with Uncertainty : Toward the Ongoing Normative Assessment of Nanotechnology », *Technè*, 8(2), p. 4-25.
Durkheim Émile, 1893, *De la division du travail social*, Paris, Alcan.
Durkheim Émile, 2003 [1912], *Les Formes élémentaires de la vie religieuse*, Paris, PUF.
Eco Umberto, 1985, *Lector in fabula*, Paris, Grasset.
Ehrmann Maud, Colavizza Giovanni *et al.*, « Documents to Structured Data: First Milestones of the Garzoni Project », *DHCommons Journal*, n° 2, 201.
Eisenstein Elizabeth, 2005 [1983], *The Printing Revolution in Early Modern Europe*, Cambridge UK, Cambridge University Press. (Traduction française : *La Révolution de l'imprimé dans l'Europe des premiers temps modernes*, Paris, La Découverte, 1991.)
EL Amrani Redouane et Saint-Léger Guy, 2013, « États des lieux de la recherche ERP francophone, *Systèmes d'information & management*, 2, vol. 18, p. 111-160.
Ellul Jacques, 1982, *Le Système technicien*, Paris, Calman-Lévy.
Epelboin Fabrice, 2011, « Chaos et productivité : l'entreprise 2.0 chez les cybeactivistes », *Read/Write Web*, 1er février. Disponible sur : http://streisand.trollab.org/fr.
readwriteweb.com/2011/02/01/a-la-une/
chaos-productivit-lentreprise-20-chez-les-
cyberactivistes/index.html (consulté le 26 janvier 2016).
Ertzscheid Olivier, 2013, *Qu'est-ce que l'identité numérique ? Enjeux, outils, méthodologies*, Marseille, OpenEditions Press, 70 p.
Eymard-Duvernay François, Favereau Olivier, Orléan André, Salais Robert et Thévenot Laurent, 2004, « L'économie des conventions ou le temps de la réunification dans les sciences sociales », *Problèmes économiques*,

janvier, n° 2838, Paris,
La Documentation française.
Fabbe-Costes Nathalie, Livolsi Laurent et Sépari Sabine, 2018, « *Supply chain management*. Décloisonner pour créer de la valeur », *Revue française de gestion*, vol. 277, n° 8, p. 13-24.
Favereau Olivier, 2014, *Entreprises : la grande déformation*, Paris, Collège des Bernardins, 160 pages.
Favier Laurence, 2011, « L'industrialisation du processus électoral », *Le genre humain*, vol. 51, n° 2, p. 147-169.
Ferraris Maurizio, 2016, *Mobilisation totale*,
Paris, Presses universitaires de France, 152 p.
Fischer Claude, 1992, *America Calling : A Social History of the Telephone to 1940*, University of California Press.
Flichy Patrice (dir.), 1998, dossier « Les claviers », *Réseaux*, n° 87.
Flichy Patrice, 1991, *Une histoire de la communication moderne : espace public et vie privée*, Paris, La Découverte, 281 p.
Flichy Patrice, 2010, *Le Sacre de l'amateur*, Paris, Le Seuil.
Flichy Patrice, 2017, *Les nouvelles frontières du travail à l'ère numérique*, Le Seuil, Paris, 432 p.
Flichy Patrice, 2019, « Le travail sur plateforme. Une activité ambivalente », *Réseaux*, 2019/1, n° 213, p. 173-209.
Flipo Fabrice, 2013, *La Face cachée du numérique*, Paris, L'Échappée.
Flipo Fabrice, Boutet Annabelle, Draetta Laura et Deltour François, 2007, *Écologie des infrastructures numériques*, Paris, Hermès.
Flipo Fabrice, Deltour François et Dobré Michelle, 2016, « Les technologies de l'information à l'épreuve du développement durable », *Natures Sciences Sociales*, vol. 24, n° 1, p. 36-47.
Flipo Fabrice, Deltour François, Dobré Michelle et Michot Marion, 2012, *Peut-on croire aux TIC vertes ?* Paris, Presses des Mines.
Florida Richard, 2002, *The Rise of the Creative Class. And How It's Transforming Work, Leisure and Everyday Life*, Basic Books.
Fogel Karl, 2009, *Producing Open Source Software. How to Run a Successful Free Software Project*, O'Reilly Media, 304 p.
Foray Dominique et Zimmerman Jean-Benoît, 2001, « L'économie du logiciel libre : organisation coopérative et incitation à l'innovation », *Revue économique*, octobre, vol. 52, n° 1, p. 77-93.

Foray Dominique, 2018, *L'Économie de la connaissance*, Paris, La Découverte, coll. « Repères », 128 p. (3e éd.)
Fornel Michel (de), 1988, « Le cadre interactionnel de l'échange visiophonique », *Réseaux*, n° 29.
Foucault Michel, 1966, *Les Mots et les Choses*, Paris, Gallimard.
Foucault Michel, 1969, *L'Archéologie du savoir*, Paris, Gallimard, coll. « Bibliothèque des sciences humaines », 288 p.
Fouetillou Guilhem, 2008, « Le Web et le traité constitutionnel européen : écologie d'une localité thématique compétitive », *Réseaux*, n° 147, p. 229-257.
Fourmentraux Jean-Paul, 2013, *L'Œuvre virale. Net art et culture hacker*, Bruxelles, La Lettre Volée, 144 p.
Fraenkel Béatrice, 1992, *La Signature. Genèse d'un signe*, Paris, Gallimard, coll. « Bibliothèque des histoires ».
Frénot Stéphane et Grumbach Stéphane, 2014, « Les données sociales, objets de toutes les convoitises », *Hérodote*, 1, n° 152-153, p. 43-66.
Friedman John, 1986, « The World City Hypothesis », *Development and Change*, janvier, 17(1), p. 69-83.
Gadamer Hans-Georg, 1996, *Vérité et Méthode*, Paris, Le Seuil, 533 p.
Gaglio Gérald et Mathieu-Fritz Alexandre, 2018, « Les pratiques médicales et soignantes à distance. La télémédecine en actes », *Réseaux*, 2018/1, n° 207, p. 9-24.
Gaglio Gérald, 2018, « Échec et "potentialités collatérales" d'une expérimentation en télémédecine d'urgence », *Réseaux*, 2018/1, n° 207, p. 165-195.
Gagnepain Jean, 1982, *Du vouloir dire. Traité d'épistémologie des Sciences Humaines*. Tome 1 : *Du Signe, de l'Outil*, Paris, Pergamon Press ; tome 2 : *De la Personne, de la Norme*, Paris, Livre et communication, 1991.
Gagnepain Jean, 1994, « Leçons d'introduction à la théorie de la médiation », *Anthropo-logiques*, n° 5, Louvain-la-Neuve, Peeters, coll. « BCILL ».
Gardey Delphine, 2003, « De la domination à l'action. Quel genre d'usage des technologies d'information ? », *Réseaux*, vol. 4, n° 120, p. 87-117.

Gardey Delphine, 2008, *Écrire, classer et compter : comment une révolution de papier a transformé les sociétés contemporaines*, 1800-1940, Paris, La Découverte, 319 p.

Gaumont Noé, Chavalarias David et Panahi Maziyar, 2017, « Evolution of Communities on Twitter during the 2017 French Presidential Election », Conference on Complex Systems, Mexico, 21 septembre.

Gavison Ruth, 1980, « Privacy and the Limits of Law », *The Yale Law Journal*, 89 (3):421-471.

Gazzaley Adam et Rosen Larry D., 2016, *The Distracted Mind: Ancient Brains in a High-Tech World*, Cambridge, MIT Press, 304 p.

Gensollen Michel, 1999, « La création de valeur sur Internet », *Réseaux*, vol. 17, n° 97, p. 15-76.

Gensollen Michel, 2006, « Les communautés en ligne », *Esprit*, mai, n° 324.

Genvo Sébastien, 2009, *Le Jeu à son ère numérique : comprendre et analyser les jeux vidéo*, Paris, L'Harmattan.

Georges Fanny, 2010, *Identités virtuelles. Les profils utilisateur du Web 2.0*, Paris, Questions théoriques, 216 p.

Gerson Elihu M., 1983, « Scientific Work and Social Worlds », *Knowledge : Creation, Diffusion, Utilization*, mars, 4(3), p. 357-377.

Ghitalla Franck, Boullier Dominique, Gkouskou Pergia, Le Douarin Laurence et Neau Aurélie, 2003, *L'Outre-Lecture. Manipuler, (s')approprier, interpréter le Web*, Paris, Bibliothèque publique d'information/Centre Pompidou, 267 p.

Ghitalla Franck, Diemert Eustache, Maussang Camille et Pfaender Fabien, 2004, *TARENTe : an Experimental Tool for Extracting and Exploring Web Aggregates. In From Theory to Applications*, Conference ICTTA' 04 IEEE International Conference on Information & Communication Technologies, Damas, Syrie.

Gibson David, Kleinberg Jon et Raghavan Prabakar, 1998, *Inferring Web Communities From Link Topology. In Proceeding of the 9 th ACM Conference on Hypertext and Hypermedia (HYPER-98)*, 20-24 juin, New York, p. 22-34.

Gille Bertrand (dir.), 1978, *Histoire des techniques : Technique et civilisations, technique et sciences*, Gallimard, coll. « Bibliothèque de La Pléiade ».

Gillespie Tarleton, 2010, « The Politics of “Platforms” », *New Media & Society*, 12:347-364.
Ginzburg Carlo, 1989, *Mythes, emblèmes et traces. Morphologie et histoire*, Paris, Flammarion, 304 p.
Gladwell Malcolm, 2002, *The Tipping Point. How Little Things Can Make a Big Difference*, Boston - New York, Little, Brown and Company, 304 p.
Glévarec Hervé, Macé Éric et Maigret Éric, 2008, *Les* Cultural Studies*, une anthologie*, Paris, Armand Colin.
Goffmann Erving, 1973, *La Mise en scène de la vie quotidienne*, tome 1 : *La Présentation de soi*, Éditions de Minuit, coll. « Le Sens commun ».
Goldsmith Jack et Wu Tim, 2006, *Who Controls The Internet ? Illusions of a Borderless World*, Oxford University Press Inc.
Gonzalez Victor M., Kraemer Kenneth L. et Castro Luis A., 2009, « Beyond Safety Concerns : On the Practical Applications of Urban Neighbourhood Video Cameras », in Foth Marcus (dir.), *Handbook of Research on Urban Informatics: The Practice and Promise of the Real-Time City*, Hershey, PA: Information Science Reference, IGI Global.
Goody Jack, 1979, *La Raison graphique : la domestication de la pensée sauvage*, Paris, Éditions de Minuit.
Granjon Fabien et Le Foulgoc Aurélien, 2011, « Penser les usages sociaux de l’actualité », *Réseaux*, n° 170, p. 17-43.
Granovetter Mark, 1983, « The Strength of Weak Ties : A Network Theory Revisited », *Sociological Theory*, 1, p. 201-233.
Greenpeace International, 2017, « Clicking Clean: Who Is Winning The Race To Build A Green Internet? ». Disponible sur : www.clickclean.org/downloads/ClickClean2016%20HiRes.pdf.
Greenstein Shane, 2015, *How the Internet Became Commercial. Innovation, Privatization, and the Birth of a New Network*, Princeton NJ, Princeton University Press, 488 p.
Griepentrog Brian, Marsh Sarah, Carl Turner Sidney et Evans Sarah, 2016, « Using Social Marketing and Data Science to Make Government Smarter », in Alvarez R. Michael, 2016, *Computational Social Sciences. Discovery and Prediction*, New York, Cambridge University Press, p. 246-265.

Grimmelmann James, 2010, « The Internet is a Semicommons », *Fordham Law Review*, 78, p. 2799-2842.
Griset Pascal, 2009, « Je t'aime moi non plus. The Development of Atlantic Submarine Cables and the Complexity of the French-American Dialogue, 1870-1960 », in Bernard Finn, Daqing Yang (dir.), *Communications Under the Seas. The Evolving Cable Network and Its Implications*, Cambridge (MA), The MIT Press, p. 157-180.
Guidère Mathieu, 2012, « Histoire immédiate du "printemps arabe" », *Le Débat*, vol. 1, nº 168, p. 129-145.
Guillaud Hubert, 2019, « Rétro-design de l'attention, c'est compliqué », Internetactu.net, *Revue en ligne de la FING*, 14 janvier.
Guillaume Marc, 1999, *L'Empire des réseaux*, Paris, Descartes & Cie, 157 p.
Gunthert André, 2015, *L'Image partagée. La photographie numérique*, Paris, Textuel.
Gurstein Michael B., 2003, « Effective Use : A Community Informatics Strategy Beyond the Digital Divide », *First Monday*, décembre, 8(12). Disponible sur : http://firstmonday.org/article/view/1107/1027 (consulté le 26 janvier 2016).
Haggerty Kevin et Ericson Richard, 2000, « The Surveillant Assemblage », *British Journal of Sociology*, vol. 51, nº 4, p. 605-622.
Halté Pierre, 2016, « Enjeux pragmatiques et sémiotiques de l'étude des émoticônes », *Réseaux*, 2016/3, nº 197-198, p. 227-252.
Haraway Donna J., 2003, *The Companion Species Manifesto : Dogs, People, and Significant Otherness*, Chicago IL, Prickly Paradigm Press, 60 p.
Haraway Donna J., 2007, *Manifeste cyborg et autres essais. Sciences, fictions, féminismes*, Paris, Exils, coll. « Essais », 333 p. (Anthologie établie par Allard Laurence, Gardey Delphine et Magnan Nathalie.)
Heath Christian, Knoblauch Hubert et Luff Paul, 2000, « Technology and Social Interaction : The Emergence of "Workplace Studies" », *British Journal of Sociology*, juin, 51(2), p. 299-320.
Hecker Susanne, Haklay Muki, Bowser Anne, Makuch Zen, Vogel Johannes et Bonn Aletta, 2018, *Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy*, Londres, UCL Press, 580 p.

Heidegger Martin, 2001 [1958], « Bâtir Habiter Penser » et « L'Homme habite en poète », in *Essais et conférences*, Gallimard, coll. « Tel », p. 170-193 et p. 224-245.
Hennion Antoine, 1993, *La Passion musicale. Une sociologie de la médiation*, Paris, Métailié.
Herrenschmidt Clarisse, 2007, *Les Trois Écritures. Langue, nombre, code*, Paris, Gallimard, coll. « Sciences humaines », 500 p.
Hippel Eric (von), 2005, *Democratizing Innovation*, Cambridge (MA), The MIT Press.
Huguet François, 2016, *(Re)Coudre avec du sans fil : Enquête sur des pratiques de médiation infrastructurelles*, thèse de doctorat en Sciences de l'information et de la communication, Telecom ParisTech, 360 p.
Hutchins Edwin, 1994, « Comment le cockpit se souvient de ses vitesses », *Sociologie du travail*, vol. 36, n° 4, p. 451-473.
Hutchins Edwin, 1995, *Cognition in the Wild*, Cambridge, The MIT Press.
Iddri, FING, WWF France, GreenIT.fr, 2018, *Livre blanc Numérique et Environnement*. Disponible sur : http://fing.org/IMG/pdf/Livre_blanc_numerique_environnement_livre blancecolonum.pdf).
Illich Ivan, 1973, *La Convivialité*, Paris, Le Seuil, coll. « Points ».
Impett Leonardo et Moretti Franco, 2017, « Totentanz. Operationalizing Aby Warburg's Pathosformeln », *Literary Lab Pamphlet*, n° 16, novembre.
International Energy Agency, 2017, *Digitalization and Energy*. Disponible sur : https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Digitalizationand
Energy3.pdf).
Jakobson Roman, 1963, *Essais de linguistique générale*, Paris, Éditions de Minuit.
James William, 1904, *The Principles of Psychology*, New York, H. Holt.
Jaton Fabien, 2017, « We Get the Algorithms of our Ground Truths : Designing Referential Databases in Digital Image Processing », *Social Studies of Science*, vol. 47, n° 6, p. 811-840.

Jaton Fabien, 2019, « Pardonnez cette platitude : de l'intérêt des ethnographies de laboratoire pour l'étude des processus algorithmiques », *Zilsel*, 5(1), p. 315-339.

Jauréguiberry Francis, 2003, *Les Branchés du portable : sociologie des usages*, Paris, PUF, coll. « Sociologie d'aujourd'hui », 195 p.

Jauréguiberry Francis, 2014, « Connexion/déconnexion », in Frau-Meigs Divina et Kiyindou Alain (dir.), *La Diversité culturelle à l'ère du numérique : glossaire critique*, Paris, La Documentation française, p. 89-93.

Jeanneret Yves et Souchier Emmanuel, 2005, « L'énonciation éditoriale dans les écrits d'écran », *Communication & langages*, vol. 145, n° 1, p. 3-15.

Jenkins Henry, 2003, « Transmedia Storytelling », *Technology Review*, 15 janvier. Disponible sur : www.technologyreview.com/news/401760/transmedia-storytelling/(consulté le 26 janvier 2016).

Jenkins Henry, Ford Sam et Green Joshua, 2013, *Spreadable Media: Creating Value and Meaning in a Networked Culture*, New York, NY University Press, 352 p.

Jenkins Reese V., 1976, *Images and Enterprise : Technology and the American Photographic Industry, 1839-1925*, Baltimore, John Hopkins University Press.

Jenny Jacques, 1997, « Méthodes et pratiques formalisées d'analyse de contenu et de discours dans la recherche sociologique française contemporaine. État des lieux et essai de classification », *Bulletin de méthodologie sociologique (B.M.S.)*, n° 54, p. 64-112.

Johnson David R. et Post David G., 1996, « Law And Borders : The Rise of Law in Cyberspace », *48 Stanford Law Review*, p. 1367-1378.

Jorion Paul, 2007, *Vers la crise du capitalisme américain ?*, La Découverte, Paris.

Jouët Josiane, Vedel Thierry, Comby Jean-Baptiste, 2011, « Political Information and Interpersonal Conversations in a Multimedia Environment : A Quantitative and Qualitative Examination of Information Practices in France », *European Journal of Communication*, décembre, 26(4), p. 361-375.

Jouët Josiane et Rieffel Rémy (dir.), 2013, *S'informer à l'ère numérique*, Rennes, PUR, coll. « Res Publica », 200 p.

Jouët Josiane, 2000, « Retour critique sur la sociologie des usages », *Réseaux*, vol. 2, n° 100, p. 487-521.
Joy Bill, 2000, « Why the Future Doesn't Need Us », *Wired*, avril. Disponible sur : www.wired.com/2000/04/joy-2/(consulté le 26 janvier 2016).
Jullien Nicolas, 2012, « What We Know About Wikipedia : A Review of the Literature Analyzing the Project(s) », 7 mai. Disponible sur : http://ssrn.com/abstract=2053597 ou http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2053597 (consulté le 26 janvier 2016).
Kahneman Daniel, 2012, *Système 1 Système 2. Les deux vitesses de la pensée*, Paris, Flammarion, 360 p.
Kaplan Frédéric et Di Lenardo Isabella, 2017, « Big Data of the Past », *Frontiers in Digital Humanities*, vol. 4, n° 12.
Kaplan Frédéric, 2012, « How Books Will Become Machines », in Clivaz Claire, Meizos Jérôme, Vallotton François et Verheyden Joseph (dir.), *Lire demain. Des manuscrits antiques à l'ère digitale*, Presses polytechniques et universitaires flamandes, p. 25-41.
Kaplan Frédéric, 2014, « Linguistic Capitalism and Algorithmic Mediation », *Representations*, 127(1), p. 57-63.
Karpik Lucien, 2007, *L'Économie des singularités*, Paris, Gallimard.
Katz Elihu et Lazarsfeld Paul, 1955, *Personal Influence : The Part Played by the People in the Flow of Mass Communication*, Glencoe IL, Free Press.
Kermarrec Anne-Marie, 2017, « De l'âge d'or au déclin de la participation féminine », colloque *Casser les codes : femmes, Genre et informatique*, 16 octobre.
Kessous Emmanuel et Mallard Alexandre (dir.), 2014, *La fabrique de la vente : le travail commercial dans les télécommunications*, Paris, Presses des Mines, 300 p.
Kessous Emmanuel, 2012, *L'Attention au monde. Sociologie des données personnelles à l'ère numérique*, Paris, Armand Colin.
Keynes John Maynard, 1936, *Théorie générale de l'emploi, de l'intérêt et de la monnaie*, Paris, Payot.
Kidder Tracy, 1982, *The Soul of a New Machine*, New York, Penguin Books.

King Gary, Pan Jennifer et Roberts Margaret, 2013, « How Censorship in China Allows Government Criticism but Silences Collective Expression », *American Political Review*, 107(2), p. 326-343.
Kitchin Rob, 2017, « Thinking Critically About and Researching Algorithms », *Information, Communication & Society*, vol. 20, nº 1, p. 14-29.
Kiyindou Alain (dir.), 2009, dossier « Fracture numérique et justice sociale », *Les Cahiers du numérique*, 1, vol. 5.
Kleinberg Jon et Lawrence Steve, « The Structure of the Web », *Science*, novembre 2001, 294(30).
Kling Rob et Gerson Elihu M., 1977, « The Social Dynamics of Technical Innovation in the Computing World », *Symbolic Interactionnism*, 1(1).
Kling Rob et Gerson Elihu M., 1978, « Patterns of Segmentation and Intersection in the Computing World », *Symbolic Interactionnism*, 1(2).
Kling Rob et Scacchi Walter, 1982, « The Web of Computing : Computer Technology as Social Organization », *Advances in Computers*, New York, Academic Press, vol. 21.
Kling Rob, 1983, « Value Conflict in Computing Developments, Developped and Developing Countries », *Telecommunications Policy*, mars.
Kotras Baptiste, 2018, « Le tout plutôt que la partie : big data et pluralité des mesures de l'opinion sur le web », *Revue française de sociologie*, vol. 59(3), p. 451-474.
Koubi Geneviève, 2014, « Les machines à voter en questions… parlementaires », *Revue du droit public et de la science politique en France et à l'étranger*, nº 1, p. 101-111.
Kramer Adam D. I., Guillory Jamie E. et Hancock Jeffrey T., 2014, « Experimental Evidence of Massive-Scale Emotional Contagion Through Social Networks », *PNAS*, 111(24) : 8788-8790.
La Porte Todd, 1996, « High Reliability Organizations : Unlikely, Demanding and at Risk », *Journal of Contingencies and Crisis Management*, juin, 4(2), p. 60-71.
Lagasnerie Geoffroy (de), 2015, *L'Art de la révolte. Snowden, Assange, Manning*, Paris, Fayard, 220 p.

Lahlou Saadi, Lenay Charles, Gueniffey Yves, Zacklad Manuel, 1997, « Le COS (*cognitive overflow syndrome*) », *Bulletin de l'association pour la recherche cognitive*, n° 42, p. 39.

Lakkaraju Himabindu, McAuley Julian et Leskovec Jure, 2013, « What's in a name? Understanding the Interplay between Titles, Content, and Communities in Social Media », ArXiV.

Lallement Michel, 2015, *L'Âge du faire. Travail, hacking, anarchie*, Paris, Le Seuil, coll. « La couleur des idées », 448 p.

Lampe Cliff A. C, Ellison Nicole B. et Steinfield Charles W., 2007, « A Familiar Face(book) : Profiles Elements as Signals in an Online Social Network », Proceedings of the 2006 20th Anniversary Conference on Computer Supported Cooperative Work, New York ACM Press, p. 167-170.

Lancelot Miltgen C., 2011, « Vie privée et marketing. Étude de la décision de fournir des données personnelles dans un cadre commercial », *Réseaux*, 3, n° 167, p. 131-166.

Lanham Richard, 2006, *The Economics of Attention. Style and Substance in the Age of Information*, Chicago, University of Chicago Press.

Lascoumes Pierre et Le Galès Patrick, 2007, *Sociologie de l'action publique*, Paris, Armand Colin, 132 p.

Lascoumes Pierre et Le Gales Patrick (dir.), 2005, *Gouverner par les instruments*, Paris, Presses de Sciences Po.

Lasne Laurent, 2015, *Uber. La prédation en bande organisée*, Paris, Éditions Le Tiers Livre.

Lasne Laurent, 2018, *Face aux barbares* : *coopération VS Ubérisation*, Le Tiers Livre, 232 p.

Latour Bruno et Hermant Émilie, 1998, *Paris, Ville invisible*, Paris, Les Empêcheurs de penser en rond & La Découverte.

Latour Bruno et Woolgar Steve, 1988 [1979], *La Vie de laboratoire. La science telle qu'elle se fait*, Paris, La Découverte.

Latour Bruno, 1990, *La Science en action*, Paris, La Découverte.

Latour Bruno, 1992a, *Aramis ou l'Amour des techniques*, Paris, La Découverte.

Latour Bruno, 1992b, *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*, Paris, La Découverte.

Latour Bruno, 1994, « On Technical Mediation », *Common Knowledge*, (3)2, p. 29-64.
Latour Bruno, 1996, *Petite réflexion sur le culte moderne des dieux faitiches*, Paris, Les Empêcheurs de penser en rond.
Latour Bruno, 1999, *Politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*, Paris, La Découverte.
Latour Bruno, 2006, *Changer de société, refaire de la sociologie*, Paris, La Découverte.
Latour, Bruno, Jensen Pablo, Venturini Tommaso, Grauwin Sebastian et Boullier Dominique, 2012, « The Whole Is Always Smaller Than Its Parts – A Digital Test of Gabriel Tarde's monads », *British Journal of Sociology*, décembre, 63(4), p. 590-615.
Latzko-Toth Guillaume, Pastinelli Madeleine et Gallant Nicole, 2017, « Usages des médias sociaux et pratiques informationnelles des jeunes Québécois : le cas de Facebook pendant la grève étudiante de 2012 », *Recherches sociographiques*, vol. 58, n° 1, p. 43-64.
Laumonier Alexandre, 2014, « L'accélération de la finance », propos recueillis par Auray Nicolas, Bourdeau Vincent, Cottin-Marx Simon, Ouardi Samira, *Mouvements*, vol. 79, n° 3, p. 92-99.
Laumonier Alexandre, 2018, *5 : Retour vers le futur*, Paris, Zones sensibles, 192 p.
Laumonier Alexandre, 2018, *6 : Le soulèvement des machines*, Paris, Zones sensibles, 176 p.
Laumonier Alexandre, 2019, *4*, Paris, Zones sensibles, 112 p.
Laurent Brice, 2010, *Les Politiques des nanotechnologies. Pour un traitement démocratique d'une science émergente*, Paris, Éditions Charles Léopold Mayer.
Laurent Louis et Philippon Patrick, 2007, *Nanotechnologies, les nanos vont-elles changer notre vie ? 82 Questions à Louis Laurent Physicien*, Gecko éditions, 112 p.
Lazzarato Maurizio, 2002, *Puissances de l'invention. La psychologie économique de Gabriel Tarde contre l'économie politique*, Paris, Les Empêcheurs de penser en rond.
Le Béchec Marianig, 2014, « ICANN & noms de domaines génériques : un territoire en ligne au-delà des frontières classiques d'un territoire

“physique” ? », in Saleh Imad et Bouhaï Nassredine, *Les Frontières numériques*, Paris, L’Harmattan, p. 145-167.
Le Béchec Mariannig et Boullier Dominique, 2014, « Communautés imaginées et signes transposables sur un “Web territorial” », *Études de communication*, nº 42, p. 113-125.
Le Béchec Mariannig, Crépel Maxime et Boullier Dominique, 2014, *Le livre-échange. Vies du livre et pratique des lecteurs*, Caen, Éditions C&F, 284 p.
Le Crosnier Hervé, 2015, *En communs. Une introduction aux communs de la connaissance*, Caen, C&F éditions.
Le Deuff Olivier (dir.), 2014, *Le temps des humanités digitales : la mutation des sciences humaines et sociales*, Paris, Éditions FYP, 176 p.
Le Guern Philippe, 2012, Présentation du numéro « Musiques et technologies numériques », *Réseaux*, nº 172, p. 9-26.
Le Douarin Laurence, 2007, *Le Couple, l’Ordinateur, la Famille*, Paris, Payot, coll. « Essais », 249 p.
Lecomte Romain, 2013, « Révolution tunisienne et Internet : le rôle des médias sociaux », *L’Année du Maghreb*, VII/2011, mis en ligne le 1er janvier. Disponible sur : http://anneemaghreb.revues.org/1288 ; DOI : 10 4000/anneemaghreb.1288 (consulté le 26 janvier 2016).
Lefebvre Henri, 1972, *Espace et Politique*. Tome 2 : *Le Droit à la ville*, Paris, Anthropos.
Legendre Pierre, 1985, *L’Inestimable objet de la transmission. Étude sur le principe généalogique en Occident*, Paris, Fayard.
Legendre Pierre, 1999, *Sur la question dogmatique en Occident*, Paris, Fayard.
Legendre Pierre, 2007, *Dominium mundi. L’Empire du management*, Paris, Mille et une nuits.
Lejeune Guillaume, 2018, « Les chauffeurs de taxi face à Uber : une mise à l’épreuve économique et politique », *Politix*, 122(2), p. 107-130.
Lemercier Claire, 2015, « Formal network methods in history: why and how? », in Fertig Georg (dir.), *Social Networks, Political Institutions and Rural Societies*, Turnhout, Brepols Publishers, p. 281-310.
Lépinay Vincent, 2011, *Codes of Finance. Engineering Derivatives in a Global Bank*, Princeton, Princeton University Press, 304 p.

Leskovec Jure, Backstrom Lars et Kleinberg Jon, 2009, *Meme-Tracking and the Dynamics of the News Cycle. In ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD)*, New York, p. 497-506.
Lessig Lawrence, 1999, *Code and Other Laws in Cyberspace*, Basic Books.
Lessig Lawrence, 2001, « Copyright's First Amendment », *48 UCLA L. Rev*., p. 1057-1065.
Lessig Lawrence, 2004, *Free Culture, How Big Media Uses Technology and the Law to Lock Down Culture and Control Creativity*, The Penguin Press, 348 p.
Levy Steven, 1984, *Hackers : Heroes of the Computer Revolution*, Sebastopol, O'Reilly Media. (Traduction : *L'Éthique des hackers*, Paris, Globe, L'École des loisirs, 2013.)
Lévy Jacques, 1999, *Le Tournant géographique*, Paris, Belin.
Lévy Jacques, 2004, *La Carte, enjeu contemporain*, Paris, La Documentation française, coll. « La Documentation photographique », dossier n° 8036.
Lévy Jacques, Maitre Ogier et Romany Thibault, 2016, « Rebattre les cartes : topographie et topologie dans la cartographie contemporaine », *Réseaux*, 2016/1, n° 195, p. 17-52.
Lévy Pierre, 1997, *L'Intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberespace*, Paris, La Découverte.
Lévy Pierre, 2017, « La pyramide algorithmique », *Sens public*, revue en ligne.
Lewis Michaël, 2014, *Flash boys : Histoire d'une révolte à Wall Street*, Paris, Éditions du Sous-Sol (2016 pour la traduction), 318 p.
Licklider Joseph Carl R., 1960, « Man-Computer Symbiosis », *Transactions on Human Factors in Electronics*, mars, vol. HFE-1, p. 4-11.
Licoppe Christian et Dumoulin Laurence, 2007, « L'ouverture des procès à distance par visioconférence : activité, performativité, technologie », *Réseaux*, vol. 25, n° 144, p. 103-140.
Licoppe Christian et Relieu Marc (dir.), 2002, « Mobiles », *Réseaux*, n° 112-113.

Licoppe Christian, 2008, « Dans le carré de l'activité : perspectives internationales sur le travail et l'activité », *Sociologie du travail*, vol. 50, n° 3, p. 287-302.
Licoppe Christian, 2008, « Logiques d'innovation, multiactivité et zapping au travail », *Hermès*, n° 50, p. 171-178.
Licoppe Christian, 2009, « Pragmatique de la notification », *Tracés*, février, n° 16.
Litman Jessica, 2006, « The Economics of Open Access Law Publishing », *Lewis & Clark Law Review*, 10(4), p. 779-795.
Loubère Nicolas, 2017, « L'essor de la finance sur Internet en Chine et les tyrannies de l'inclusion », *Perspectives chinoises*, n° 4, p. 11-21.
Loveluck Benjamin, 2015, « Internet, une société contre l'État ? Libéralisme informationnel et économies politiques de l'auto-organisation en régime numérique », *Réseaux*, vol. 4, n° 192, p. 235-270.
Lucas Jean-François, 2013, *De l'immersion à l'habiter dans les mondes virtuels. Le cas des villes dans Second Life*, université européenne de Bretagne, Rennes 2, thèse de doctorat.
Lucas Jean-François et Amato Étienne Armand, 2013, « Mondes, points de vue, personnages : l'avatar comme enveloppe pilotable », in Amato Étienne Armand et Perény Étienne (dir.), *Les Avatars jouables des mondes numériques : Théories, terrains et témoignages de pratiques interactives*, Hermès, Lavoisier, p. 109-133.
Lupton Deborah, 2016, *The quantified self*, Cambridge, Polity Press, 240 p.
Lussault Michel, 2007, *L'Homme spatial. La construction sociale de l'espace humain*, Paris, Le Seuil.
Macaire Camille, 2018, « Les BATX, des géants de l'Internet aux ambitions contrariées », *La Revue des médias*, InaGlobal.
Macé Éric, 2013, « La fiction télévisuelle française au miroir de *The Wire* : monstration des minorités, évitement des ethnicités », *Réseaux*, n° 181, p. 179-204.
MacKenzie Adrian, 2017, *Machine Learners. Archaeology of a Data Practice*, Cambridge MA, The MIT Press, 272 p.
MacKenzie Donald, 2006, *An Engine, Not a Camera. How Financial Models Shape Markets*, Cambridge, MIT Press, 392 p.

McKenzie Wark Kenneth, 2013, « Nouvelles stratégies de la classe vectorialiste », *Multitudes*, n° 54.
Magnac Thierry, 2018, « Quels étudiants pour quelles universités ? Analyses empiriques de mécanismes d'allocation centralisée », *Revue économique*, vol. 69, n° 5, p. 683-708.
Mahé Annaïg et Prime-Claverie Camille, 2017, « Science ouverte et présence numérique des chercheurs en sciences humaines et sociales : une étude exploratoire à partir de deux plateformes en ligne : HAL-SHS et Hypotheses.org », *Document numérique*, vol. 20, n° 2-3, p. 79-96.
Mahoney Michael S., 2011, *Histories of Computing*, Harvard University Press.
Mallein Philippe et Tarozzi Sylvie, 2002, « Des signaux d'usage pertinents pour la conception des objets communicants », *Les Cahiers du numérique*, 4, vol. 3, p. 61-70.
Manin Bernard, 1995, *Principes du gouvernement représentatif*, Paris, Calmann-Lévy.
Mannoni Octave, 1969, *Clefs pour l'imaginaire ou l'autre scène*, Paris, Le Seuil.
Manovich Lev et Hochman Nadav, 2013, « Zooming into an Instagram City : Reading the Local Through Social Media », *First Monday*, juillet. Disponible sur : http://firstmonday.org/article/view/4711/3698 (consulté le 26 janvier 2016).
Manovich Lev, 2001, *The Language of New Media*, Cambridge, Londres, MIT Press, 364 p.
Manovich Lev, 2016, « Instagram and Contemporary Image ». Disponible sur : http://manovich.net/index.php/projects/instagram-and-contemporary-image.
Manovich Lev, 2018, *AI Aesthetics*, Moscou, Strelka Press, 57 p.
Marchand Marie et ancelin Claire (dir.), 1984, *Télématique. Promenade dans les usages*, Paris, La Documentation française.
Marres Noortje, 2017, *Digital Sociology*, Cambridge, Polity Press, 240 p.
Marres Noortje et Weltevrede Esther, 2013, « Scraping the Social ? Issues in Live Social Research », *Journal of Cultural Economy*, 6(3), p. 313-335.

Marres Noortje, 2007, « The Issues Deserve More Credit : Pragmatist Contributions to the Study of Public Involvement in Controversy », *Social Studies of Science*, 37(5), p. 759-80.
Martin Olivier et Dagiral Éric (dir.), 2016, *L'ordinaire d'Internet : le Web dans nos pratiques et relations sociales*, Paris, Armand Colin, coll. « Individu et Société », 288 p.
Martin Olivier et De singly François, 2002, « Le téléphone portable dans la vie conjugale. Retrouver un territoire personnel ou maintenir le lien conjugal ? », *Réseaux*, 2-3, nº 112-113, p. 212-248.
Marty Emmanuel, Rebillard Franck, Stéphanie Pouchot et Thierry Lafouge, 2012, « Diversité et concentration de l'information sur le Web. Une analyse à grande échelle des sites d'actualité français », *Réseaux*, nº 176, p. 27-72.
Massit-Folléa Françoise, 2013, « La régulation de l'Internet : fictions et frictions », in Carmes Maryse et Noyer Jean-Max, *Les Débats du numérique*, Paris, Presses des Mines.
Mattelart Armand, 1999, *Histoire de l'utopie planétaire. De la cité prophétique à la société globale*, Paris, La Découverte.
Maurer Bill et Swartz Lana (dir.), 2017, *Paid: Tales of Dongles, Checks and Other Money Stuff*, Cambridge, MIT Press, 320 p.
Mayère Anne, 2018, « Patients projetés et patients en pratique dans un dispositif de suivi à distance : le "travail du patient" recomposé », *Réseaux*, 2018/1, nº 207, p. 197-225.
Mazières Antoine, 2016, *Cartographie de l'apprentissage artificiel et de ses algorithmes*, manuscrit de thèse, université Paris Diderot.
McCombs Maxwell et Shaw Donald, 1972, « The Agenda-Setting Function of Mass Media », *Public Opinion Quarterly*, 36(2).
McLuhan Marshall, 1964, *Understanding Media : The Extension of Man*, Londres, Routledge. (Traduction française : *Pour comprendre les média* : *les prolongements technologiques de l'homme*, Paris, Mame, Le Seuil, 1968.)
McMillan Seamus, 1996, « Literacy and Computer Literacy : Definitions and Comparisons », *Computers & Education*, décembre, 27(3-4), p. 161-170.
Méadel Cécile et Musiani Francesca, 2015, *Abécédaire des architectures distribuées*, Paris, Presses des Mines.

Mélès Baptiste, 2017, « Temps et activité selon Unix », *Réseaux*, 2017/6, n° 206, p. 125-153.
Mercier Arnaud et Pignard-Cheynel Nathalie (dir.), 2017, *#info. Commenter et partager l'actualité sur Twitter et Facebook*, Paris, Maison des sciences de l'homme, coll. « Le (bien) commun », 352 p.
Mercklé Pierre 2011 [2004], *Sociologie des réseaux sociaux*, Paris, La Découverte.
Mercklé Pierre et Octobre Sylvie, 2012, « La stratification sociale des pratiques numériques des adolescents », *RESET, Recherches en sciences sociales sur Internet*, n° 1, p. 25-52.
Mésangeau Julien et Povéda Arnaud, 2013, « Analyser l'adoption des réseaux socionumériques professionnels : entre approche pragmatiste et étude de la dimension symbolique des usages », *Études de communication*, 2, n° 41.
Miège Bernard, 2000, *Questionner la société de l'information*, Paris, Hermès Science Publications, Lavoisier.
Millerand Florence, Lorna Heaton et Proulx Serge, 2012, « Émergence d'une communauté épistémique : création et partage du savoir botanique en réseau », in Proulx Serge et Klein Annabelle (dir.), *Connexions. Communication numérique et lien social*, Namur, Presses universitaires de Namur, p. 253-268.
Millette Mélanie et Rocheleau Sylvain, 2015, « Des tactiques de mise en visibilité : regard sur l'usage de Twitter par des acteurs des minorités franco-canadiennes », in Liénard Fabien et Zlitni Sami (dir.), *La communication électronique : enjeux, stratégies, opportunités*, Limoges, Éditions Lambert-Lucas, p. 47-58.
Mœglin Pierre, 2010, *Les Industries éducatives*, Paris, PUF, coll. « Que sais-je ? ».
Mœglin Pierre, 2014, « L'enseignement supérieur au défi du numérique. MOOC : de l'importance d'un épiphénomène », *Futuribles*, janvier, n° 398, p. 5-23.
Monnoyer-Smith Laurence, 2007, « Le débat public en ligne : une ouverture des espaces et des acteurs de la délibération ? », in Revel Martine, Blatrix Cécile, Blondiaux Loïc *et al.* (dir.), *Le Débat public : une expérience française de démocratie participative*, Paris, La Découverte.
Moretti Franco, 2013, *Distant Reading*, Londres, Verso.

Morley Chantal et Collet Isabelle, 2017, « Femmes et métiers de l'informatique : un monde pour elles aussi », *Cahiers du Genre*, vol. 62, n° 1, p. 183-202.

Morozov Evgeny, 2014, *Pour tout résoudre, cliquez ici ! L'aberration du solutionnisme technologique*, Éditions FYP, 352 p.

Moulier-Boutang Yann, 2007, *Le Capitalisme cognitif : la nouvelle grande transformation*, Paris, Éditions Amsterdam, coll. « Multitude/Idées », 245 p.

Moulier-Boutang Yann, 2010, *L'Abeille et l'Économiste*, Éditions Carnets Nord.

Mounier Pierre (dir.), 2012, *Read/Write Book 2 : une introduction aux humanités numériques*, Marseille, OpenEdition Press.

Moussaïd Mehdi, Perozo Niriaska, Garnier Simon, Helbing Dirk et Theraulaz Guy, 2010, « The Walking Behaviour of Pedestrian Social Groups and its Impact on Crowd Dynamics », *PLoS ONE*, avril, 5(4) :e10047.

Mucchielli Laurent, 2013, « La "vidéoprotection" : légendes et usages véritables », *Les Cahiers de la fonction publique*, novembre, n° 338.

Mucchielli Laurent, 2017, « 9. Le développement de l'idéologie sécuritaire et ses conséquences en France des années 1970 à nos jours », *Regards croisés sur l'économie*, vol. 20, n° 1, p. 111-121.

Munier Brigitte (dir.), 2014, *Technocorps : la sociologie du corps à l'épreuve des nouvelles technologies*, Paris, Éditions François Bourin, 185 p.

Muniesa Fabian, 2018, « How to Spot the Behavioral Shibboleth and What to Do About It », in Marres Noortje, Guggenheim Michael et Wilkie Alex (dir.), *Inventing the Social*, Manchester, Mattering Press, p. 195-211.

Muniesa Fabian, 2019, « Société du comportement, information de la sociologie », *Zilsel*, vol. 5, n° 1, p. 196-207.

Muniesa Fabian, Doganova Liliana, Ortiz Horacio, Pina-Stranger Álvaro, Paterson Florence, Bourgoin Alaric, Ehrenstein Véra, Juven Pierre-André, Pontille David, Saraç-Lesavre Başak et Yon Guillaume, 2017, *Capitalization : A Cultural Guide*, Paris, Presses des Mines, 168 p.

Musiani Francesca, 2013, *Nains sans géants. Architecture décentralisée et services Internet*, Paris, Presses des Mines, 272 p.

Musso Pierre, 1998, *Télécommunications et philosophie du réseau*, Paris, PUF.
Musso Pierre, Coiffier Stéphanie et Lucas Jean-François (dir.), 2014, *Innover avec et par les imaginaires*, Paris, Manucius, coll. « Modélisations des imaginaires ».
Nafus Dawn et Sherman Jamie, 2014, « This One Does Not Go Up to 11 : The Quantified Self Movement as an Alternative Big Data Practice », *International Journal of Communication*, 8, p. 1784-1794.
Nitot Tristan, 2016, *Surveillance:// : les libertés au défi du numérique : comprendre et agir*, Caen, C&F Éditions, 192 p.
Nonaka Ikujiro et Takeuchi Hirotaka, 1995, *The Knowledge Creating Company : How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, New York, Oxford University Press.
Norman Donald A., 1988, *The Psychology of Everyday Things*, New York, Basic Books, 272 p.
Norman Donald A., 1998, *The Invisible Computer. Why Good Products Xan Fail, The Personal Computer Is So Complex, and Information Appliances Are the Solution*, Cambridge (MA), The MIT Press, 320 p.
Norman Donald A., 1999, « Affordances, Conventions and Design », *Interactions*, mai-juin, VI.3, p. 38-43.
Nova Nicolas, 2014, *Futurs ? La panne des imaginaires technologiques*, Montélimar, Les Moutons électriques, 160 p.
Nova Nicolas, 2018, *Figures mobiles. Une anthropologie du smartphone*, thèse de doctorat de l'université de Genève, 310 p.
O'Dair Marcus et Beaven Zuleika, 2017, « The Networked Record Industry: How Blockchain Technology Could Transform the Record Industry », *Strategic Change*, vol. 26, n° 5, p. 471-480.
O'Reilly Tim, 2005, *What Is Web 2.0*, O'Reilly Network.
Offerlé Michel, 2008, « Retour critique sur les répertoires de l'action collective. XVIIIe-XXIe siècles », *Politix*, n° 081, p. 181-202.
Orfeuil Jean-Pierre, 2018, « Les villes et l'irruption des véhicules autonomes », *Riseo*, n° 1.
Orléan André, 1999, *Le Pouvoir de la finance*, Paris, Odile Jacob.
Orléan André, 2011, *L'Empire de la valeur*, Paris, Le Seuil.
Ostrom Elinor et Hess Charlotte, 2007, *Understanding Knowledge as a Commons : From Theory to Practice*, Cambridge (MA), The MIT

Press.
Ostrom Elinor, 1990, *Governing the Commons : The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge, UK, Cambridge University Press.
Ostrom Elinor, 2010, *La Gouvernance des biens communs : pour une nouvelle approche des ressources naturelles*, Commission Université-Palais, 300 p.
Otlet Paul, 1934, *Traité de documentation : le livre sur le livre*, Paris, Mundaneum.
Panofsky Erwin, 1996 [1927], *Perspective as Symbolic Form*, Cambridge (MA), The MIT Press.
Pariser Eli, 2011, *The Filter Bubble : What the Internet Is Hiding from You*, Penguin Press.
Parker Geoffrey G., Van Alstyne Marshall W. et Choudary Sangeet Paul, 2017, *Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy – and How to Make Them Work for You*, New York, W.W. Norton &Company, 352 p.
Pasquier Dominique, 2010, « Culture sentimentale et jeux vidéo : le renforcement des identités de sexe », *Ethnologie française*, 1, vol. 40, p. 93-100.
Pasquier Dominique, 2018, *L'internet des familles modestes : enquête dans la France rurale*, Paris, Presses de l'École des Mines, 222 p.
Pasquier Dominique, Beaudouin Valérie et Legon Thomas, 2014, « "*Moi je lui donne 5/5"*. *Les Paradoxes de la critique amateur en ligne*, Paris, Presses des Mines.
Paulré Bernard, 2016, « L'innovation en économie : l'histoire d'un désenchantement », *Quaderni*, vol. 90, n° 2, p. 41-54.
Pédauque Roger T., 2006, *Le Document à la lumière du numérique*, Caen, C&F éditions.
Pédauque Roger T., 2007, *La Redocumentarisation du monde*, Toulouse, Cépaduès éditions.
Pellegrini François et Vitalis André, 2017, « La création du fichier biométrique TES : la convergence de logiques au service du contrôle », *Sociologie* [en ligne], n° 4, vol. 8.
Peraya Daniel, 2019, « Les *Learning Analytics* en question : panorama, limites, enjeux et visions d'avenir », *Distances et médiations des*

savoirs, n° 24, 25 mars. Disponible sur : https://journals.openedition.org/dms/3485 (consulté le 29 mars 2019).

Perény Étienne, 2013, *Images interactives et jeu vidéo. De l'interface iconique à l'avatar numérique*, Paris, Éditions Questions Théoriques.

Perriault Jacques, 1982, *Mémoires de l'ombre et du son. Une archéologie de l'audiovisuel*, Paris, Flammarion.

Perriault Jacques, 1989, *La Logique de l'usage : essai sur les machines à communiquer*, Paris, Flammarion.

Peugeot Valérie, Beuscart Jean-Samuel, Pharabod Anne-Sylvie et Josset Jean-Marc, 2018, « Le numérique au service de comportements durables ? Premiers pas des entreprises de "Transition Techs" », *Terminal*, n° 122, 30 juin. Disponible sur : https://journals.openedition.org/terminal/1927?lang=en (consulté le 6 avril 2019).

Pharo Patrick et Quéré Louis (dir.), 1990, *Les Formes de l'action*, coll. « Raisons pratiques », Paris, Éditions de l'EHESS, coll. « Raisons pratiques ».

Picon Antoine, 2013, *Smart Cities : théorie et critique d'un idéal auto-réalisateur*, Paris, Éditions B2, 120 p.

Pidoux Jessica, 2019, « Toi et moi, une distance calculée : les pratiques de quantification algorithmiques sur Tinder », in Calbérac Yann, Lazzarotti Olivier, Lévy Jacques et Lussault Michel (dir.), *Carte d'identités : l'espace au singulier*, Paris, Hermann.

Pièces et Main d'œuvre (PMO), 2008, *Aujourd'hui le nanomonde. Enquête sur la police des populations à l'ère technologique*, Éditions L'Échappée, 424 p.

Plantard Pascal, Le Mentec Mickaël et Trainoir Marianne, 2011, *Pour en finir avec la fracture numérique*, Paris, Éditions FYP, 168 p.

Polanyi Karl, 1944, *La grande transformation*, Paris, Gallimard (1983, pour la traduction française), 476 p.

Polanyi Michael, 1966, *The Tacit Dimension*, Chicago, University of Chicago Press.

Pomerol Jean-Charles, Epelboin Yves, Thoury Claire, 2014, *Les MOOC : conception, usages et modèles économiques*, Paris, Dunod.

Pontille David et Torny Didier, 2013, « La manufacture de l'évaluation scientifique : algorithmes, jeux de données et outils bibliométriques »,

Réseaux, 2013/1, n° 177, p. 23-61.
Pontille David, 2016, *Signer ensemble : contribution et évaluation en sciences*, Economica, Paris, 208 p.
Preciado Beatriz, 2011, *Pornotopie :* Playboy *et l'invention de la sexualité multimédia*, Éditions Climats, 241 p.
Proudhon Pierre-Joseph, 1855, *Des réformes à opérer dans l'exploitation des chemins de fer*.
Proulx Serge, 2013, « La puissance d'agir des citoyens à l'ère numérique », in Najar Sihem (dir.), *Le cyberactivisme au Maghreb et dans le monde arabe*, Tunis et Paris, IRMC-Karthala.
Putnam Robert D., 2000, *Bowling Alone : The Collapse and Revival of American Community*, New York, Simon & Schuster.
Quentel Jean-Claude, 1995, *L'Enfant*, Bruxelles, Peeters.
Quet Mathieu, 2013, « Des chimères bionanotechnologiques. L'humain aux prises avec les imaginaires technoscientifiques », in Roussillon-Constanty Laurence, Murillo Philippe (dir.), *Science, Fables and Chimera : Strange Encounters*, Cambridge Scholars Publishing, p. 269-286.
Rabari Chirag et Storper Michael, 2013, « The Digital Skin of Cities », *Working papers du programme Villes & Territoires*, janvier, Paris, Sciences Po. Disponible sur : http://spire.sciencespo.fr/hdl:/2441/5rkqqmvrn4tl22s9mc891ahbh (consulté le 26 janvier 2016).
Radkowski (de) Georges Hubert, 2002, *Anthropologie de l'habiter : vers le nomadisme*, Paris, PUF.
Raffaghelli Juliana Elisa, Cucchiara Stefania et Persico Donatella, 2015, « Methodological Approaches in MOOC Research : Retracing the Myth of Proteus », *British Journal of Educational Technology*, mai, 46(3), p. 488-509.
Rallet Alain et Rochelandet Fabrice, 2011, « La régulation des données personnelles face au Web relationnel : une voie sans issue ? », *Réseaux*, 3, n° 167, p. 17-47.
Rallet Alain, Rochelandet Fabrice, 2004, « La fracture numérique : une faille sans fondement ? », *Réseaux*, 5, n° 127-128, p. 19-54.
Raymond Eric Steven, 2001, *The Cathedral & the Bazaar*, O'Reilly, 241 p. (2e éd.)

Rebillard Franck, 2012, présentation du dossier « Internet et pluralisme de l'information », *Réseaux*, n° 176, p. 9-25.
Rebillard Franck, 2017, « La rumeur du PizzaGate durant la présidentielle de 2016 aux États-Unis : les appuis documentaires du numérique et de l'Internet à l'agitation politique », *Réseaux*, 2017/2, n° 202-203, p. 273-310.
Relieu Marc, 1999, « Du tableau statistique à l'image audiovisuelle. Lieux et pratiques de la représentation en sciences humaines », *Réseaux*, vol. 17, n° 94, p. 49-86.
Relieu Marc, 2014, « Action et interaction située : l'ethnométhodologie et l'analyse conversationnelle à la française », *Réseaux*, 2014/2-3, n° 184-185, p. 303-316.
Renaud Clément, Fernandez Valérie et Puel Gilles, 2016, « Les mèmes Internet ont-ils un mode de propagation spécifique : analyses à partir de topogrammes de mèmes de l'Internet chinois », *Réseaux*, 2016/1, n° 195, p. 107-130.
Renaud Clément, Graezer Bideau Florence et Laperrouza Marc, 2019 (à paraître), *Realtime. Making Digital China*, Lausanne, PPUR.
Rheingold Howard, 2002, *Smart Mobs : The Next Social Revolution*, Basic Books.
Ribot Théodule, 1889, *Psychologie de l'attention*, Paris, Felix Alcan.
Rice Ronald E. et Rogers Everett M., 1980, « Reinvention in the Innovation Process », *Knowledge : Creation, Diffusion, Utilization*, 1(4), p. 499-514.
Rice Ronald E., 2005, « New Media/Internet Research Topics of the Association of Internet Researchers », *The Information Society*, 21(4), p. 285-299.
Richaudeau François, 1984, *Recherches actuelles sur la lisibilité*, Paris, Retz.
Rieder Bernhard, 2012, « What is in PageRank? A Historical and Conceptual Investigation of a Recursive Status Index », *Computational Culture*, 28 septembre. Disponible sur : http://computationalculture.net/article/what_is_in_pagerank (consulté le 29 mars 2019).
Rieutord Dylan, 2017, *Les robots terrestres parmi les hommes*, Paris, L'Harmattan, 250 p.

Rifkin Jeremy, 2000, *L'Âge de l'accès. La révolution de la nouvelle économie*, Paris, La Découverte.

Rochet Jean-Charles et Tirole Jean, 2003, « Platform Competition in Two-Sided Markets », *Journal of the European Economic Association*, 1(4): 990–1029.

Rogers Richard, 2013, *Digital Methods*, Cambridge (MA), The MIT Press.

Rogers Everett M., 1983 [1963], *Diffusion of Innovations*, Free Press, New York.

Rouvroy Antoinette et Berns Thomas, 2013, « Gouvernementalité algorithmique et perspectives d'émancipation. Le disparate comme condition d'individuation par la relation ? », *Réseaux*, vol. 1, nº 177, p. 163-196.

Ruiz-Correa Salvador, Santani Darshan, Ramírez-Salazar Beatriz, Ruiz Correa Itzia *et al.*, 2017, « SenseCityVity: Mobile Crowdsourcing, Urban Awareness and Collective Action in Mexico », *IEEE Pervasive Computing*, Special Issue on Smart Cities, vol. 16, nº 2, p. 44-53, avril-juin.

Salaun Jean-Michel, 2012, *Vu, Lu, Su. Les architectes de l'information face à l'oligopole du Web*, Paris, La Découverte.

Salganik Matthew et Watts Duncan, 2008, « Leading the Herd Astray : An Experimental Study of Self-Fulfilling Prophecies in an Artificial Cultural Market », *Social Psychology Quarterly*, vol. 71, nº 4, p. 338-355.

Salmon Christian, 2007, *Storytelling. La machine à fabriquer les images et à formater les esprits*, Paris, La Découverte.

Santani Darshan, Ruiz-Correa Salvador et Gatica-Perez Daniel, 2018, « Looking South: Learning Urban Perception in Developing Cities », *ACM Transactions on Social Computing*, vol. 1, nº 3, 13 décembre.

Sardas Jean-Claude et Hatchuel Armand, 1990, « Métiers et réseaux : les paradigmes industriels de la gestion de production assistée par ordinateur », *Réseaux*, vol. 8, nº 41, p. 59-73.

Sassen Saskia, 2007, *A Sociology of Globalization*, W.W. Norton. (Traduction française : La *globalisation : une sociologie*, Gallimard, coll. « NRF Essais », 2009, 348 p.)

Saussois Jean-Michel, 2019, *Théories des organisations*, La Découverte, 128 p. (3e éd.)
Scardigli Victor, 2001, *Un anthropologue chez les automates*, Paris, PUF, 245 p.
Schafer Valérie et Le Crosnier Hervé, 2011, *La neutralité de l'internet : un enjeu de communication*, coll. « Les Essentiels d'Hermès », textes inédits, CNRS Éditions, 168 p.
Schafer Valérie et Tuy Bernard, 2013, *Dans les coulisses de l'Internet. RENATER, 20 ans de technologie, d'enseignement et de recherche*, Armand Colin, Comité pour l'histoire du CNRS, Paris, 238 p.
Schneider Walter et Shiffrin Richard M., 1977, « Controlled and Automatic Human Information Processing : I. Detection, Search, and Attention », *Psychological Review*, 84(1), p. 1-66.
Schneier Bruce, 2012, *Liars and Outliers : Enabling the Trust that Society Needs to Thrive*, John Wiley & Sons.
Schneier Bruce, 2015, *Data and Goliath. The Hidden Battle to Collect Your Data and Control Your World*, Londres, Norton, 383 p.
Scholz Trebor, 2017, *Le coopérativisme de plateforme : 10 principes contre l'ubérisation et le business de l'économie du partage*, Limoges, Éditions FYP, 96 p.
Schot Johan et Rip Arie, 1997, « The Past and Future of Constructive Technology Assessment », *Technological Forecasting and Social Change*, février-mars, 54(2-3), p. 251-268.
Schradie Jen, 2019, *The Revolution That Wasn't. How Digital Activism Favor Conservatives*, Cambridge, Harvard University Press, 416 p.
Schumpeter Joseph, 1911, *Théorie de l'évolution économique*, Paris, Dalloz (1999 pour la traduction française), 372 p.
Schumpeter Joseph, 1990, *Capitalisme, socialisme et démocratie*, Paris, Payot, 452 p.
Schutz Alfred, 1962, *The Phenomenology of the Social World*, Evanston, Northwestern University Press.
Segaud Marion, 2010, *Anthropologie de l'espace. Habiter, fonder, distribuer, transformer*, Paris, Armand Colin.
Serres Michel, 2012, *Petite Poucette*, Paris, Éditions Le Pommier.
Shapin Steven et Shaffer Simon, 1993, *Léviathan et la pompe à air. Hobbes et Boyle entre science et politique*, Paris, La Découverte.

Shapiro Carl et Varian Hal R., 1999, *Économie de l'information, guide stratégique de l'économie des réseaux*, Paris, De Boeck Université, coll. « Ouvertures économiques ».
Shirky Clay, 2010, *Cognitive Surplus : Creativity and Generosity in a Connected Age*, Penguin Books.
Shultz Ricki, 2017, *Love me Tinder*, Paris, J'ai lu, 380 p.
Siles Ignacio, 2011, « From Online Filter to Web Format : Articulating Materiality and Meaning in the Early History of Blogs », *Social Studies of Science*, 41(5), p. 737-758.
Siles Ignacio, 2017, *Networked Selves: Trajectories of Blogging in the United States and France*, New York, Peter Lang, 222 p.
Silva Mota Drumond Gabrielle, Coutant Alexandre et Millerand Florence, 2018, « La production de l'usager par les algorithmes de Netflix », *Les Enjeux de l'information et de la communication*, 19/2(2), p. 29-44.
Silver David *et al.*, 2016, « Mastering the Game of Go With Deep Neural Networks and Tree Search », *Nature*, vol. 529, p. 484-489.
Simmel Georg, 1999, *Sociologie : études sur les formes de la socialisation*, Paris, PUF.
Simon Herbert A., 1971, « Designing Organizations for an Information-Rich World », in Greenberger Martin, *Computers, Communication, and the Public Interest*, Baltimore, MD, The Johns Hopkins Press.
Simondon Gilbert, 1989, *L'Individuation psychique et collective*, Paris, Aubier.
Sloterdijk Peter, 2002, *Sphères I Bulles*, Paris, Pauvert.
Sloterdijk Peter, 2005, *Sphères III Écumes*, Paris, Libella Maren Sell.
Sloterdijk Peter, 2010, *Sphères II Globes*, Paris, Libella Maren Sell.
Smoreda Zbigniew et Licoppe Christian, 2000, « Identités sexuées et statuts interactionnels. De la gestion de la durée des conversations téléphoniques », *Réseaux*, vol. 18, n° 103, p. 119-141.
Smyrnaios Nikos et Marty Emmanuel, 2017, « Profession "nettoyeur du net": de la modération des commentaires sur les sites d'information français », *Réseaux*, 2017/5, n° 205, p. 57-90.
Solow Robert, 1987, « We'd Better Watch Out », *New York Times Book Review*, 12 juillet, p. 36.
Sorj Bernardo, 2001, « Vivafavela. Une expérience brésilienne de l'accès numérique pour lutter contre la pauvreté », *Les Cahiers du*

numérique, 3 (Nord et Sud numériques), vol. 2, p. 237-250.
Souchier Emmanuel, Jeanneret Yves et Le Marec Joëlle (dir.), 2003, *Lire, écrire, récrire. Objets, signes et pratiques des médias informatisés*, Paris, Bibliothèque publique d'information, coll. « Études et recherche », 350 p.
Soulier Eddie (dir.), 2006, *Le Storytelling : concepts, outils et applications*, Paris, Hermès Science Publications, Lavoisier.
Srnicek Nick, 2016, *Platform Capitalism*, Cambridge UK, Polity Press, 120 p.
Stengers Isabelle, 1996-1997, *Cosmopolitiques*, Paris, La Découverte/Les Empêcheurs de penser en rond (7 tomes).
Stiegler Bernard, 1994-2001, *La Technique et le Temps*, Paris, Galilée (3 tomes).
Stiegler Bernard, 2015a, « Numérique, éducation et cosmopolitisme », *Cités*, 3, n° 63, p. 13-36.
Stiegler Bernard, 2015b, *La Société automatique*. Tome 1 : *L'Avenir du travail*, Fayard, 300 p.
Stora Michaël, 2019, « Jeu vidéo : quand des adolescents tout-puissants tiennent le monde dans leur poing », *Nectart*, vol. 8, n° 1, p. 56-65.
Strauss Anselm, 1959, *Mirrors and Masks : The Search for Identity*, Sage.
Strauss Anselm, 1992, *La Trame de la négociation*, Paris, L'Harmattan.
Suchman Lucy A., 1987, *Plans and Situated Actions : the Problem of Human-Machine Communication*, Cambridge, Cambridge University Press.
Supiot Alain, 2015, *La Gouvernance par les nombres. Cours au collège de France (2012-2014)*, Paris, Fayard, 512 p.
Surowiecki James, 2004, *The Wisdom of Crowds : Why the Many Are Smarter Than the Few and How Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies and Nations*, Doubleday. (Traduction française : *La Sagesse des foules*, Paris, Jean-Claude Lattès, 2008.)
Talayesva Don C., 1982 [1959], *Soleil Hopi*, Paris, Plon, coll. « Terre Humaine ».
Tapscott Don et D. Williams Anthony, 2006, *Wikinomics : How Mass Collaboration Changes Everything*, Portfolio. (Traduction française : *Wikinomics : Wikipédia, Linux, YouTube… Comment l'intelligence*

collaborative bouleverse l'économie, Paris, Pearson Éducation France, 2007.)

Tapscott Don et Tapscott Alex, 2018, *Blockchain Revolution*, New York, Penguin Books, 432 p.

Tarde Gabriel, 1901, *L'Opinion et la Foule*, Paris, Alcan, 226 p. (Réédition Paris, PUF, coll. « Recherches politiques », 1989, 184 p.)

Tarde Gabriel, 2001 [1895], *Les Lois de l'imitation*, Paris, Les Empêcheurs de penser en rond.

Tarleton Gillespie, 2012, « The Relevance of Algorithms », in Gillespie Tarleton, Bozczkowki Pablo J. et Foot Kirsten, *Media Technologies*, Cambridge (MA), The MIT Press.

Taylor Charles, 1999, *Les Sources du moi. La formation de l'identité moderne*, Paris, Le Seuil.

Thaler Richard et Sunstein Cass, 2010, *Nudge : Émotions, habitudes, comportements : comment inspirer les bonnes décisions*, Paris, Vuibert, 228 p.

Theis Thomas N. et Wong H.-S. Philip, 2017, « The End of Moore's Law: A New Beginning for Information Technology », *Computing in Science & Engineering*, vol. 19, n° 2, p. 41-50.

Thévenot Laurent, 1986, « Les investissements de forme », in Thévenot Laurent (dir.), *Conventions économiques*, Paris, CEE-PUF, p. 21-71.

Thévenot Laurent, 2006, *L'Action au pluriel. Sociologie des régimes d'engagement*, Paris, La Découverte.

Thévenot Laurent, Conein Bernard et Dodier Nicolas (dir.), 1993, *Les Objets dans l'action*, Tome 4 : *Raisons pratiques*, Paris, Éditions de l'EHESS.

Theviot Anaïs, 2018, « Une économie de la promesse : mythes et croyances pour vendre du *Big data* électoral », *Les Enjeux de l'information et de la communication*, 2018/2, n° 19/2, p. 45-55.

Thrift Nigel, 2014, « The "Sentient" City and What It May Portend », *Big Data & Society*, avril-juin, p. 1-21.

Tilly Charles, 1984, « Les origines du répertoire de l'action collective contemporaine en France et en Grande-Bretagne », in *Vingtième siècle. Revue d'Histoire*, octobre, n° 4, p. 89-108.

Tilly Charles, 2006, *Regimes and Repertoires*, Chicago, The University of Chicago Press.

Tisseron Serge, 2002, *L'Intimité surexposée*, Paris, Hachette.

Todd Emmanuel, 2017, *Où en sommes-nous ? Une esquisse de l'histoire humaine*, Paris, Le Seuil, coll. « Sciences humaines », 496 p.
Tournes Ludovic, 2008, *Du phonographe au mp3, XIXe-XXIe siècles : une histoire de la musique enregistrée*, Paris, Éditions Autrement, 160 p.
Trachman Mathieu, 2013, *Le Travail pornographique. Enquête sur la production des fantasmes*, Paris, La Découverte, coll. « Genre & Sexualité », 300 p.
Turing Alan, 1937, « On Computable Numbers, With an Application to the Entscheidungsproblem », *Proceedings of the London Mathematical Society*, dossier 2, vol. 42, p. 230-265.
Turkle Sherry, 1980, « Computer as Rorschach », *Society*, 17(2), p. 15-24.
Turkle Sherry, 1984, *The Second Self. Computers and the Human Spirit*, New York, Simon and Schuster.
Turkle Sherry, 1995, *Life on the Screen. Identity in the Age of the Internet*, New York, Touchstone.
Turkle Sherry, 2011, *Alone Together : Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*, Basic Books.
Turkle Sherry, 2015, *Reclaiming Conversation : The Power of Talk in a Digital Age*, Londres, Penguin Press.
Turner Fred, 2013, *Aux sources de l'utopie numérique. De la contre-culture à la cyberculture*, C&F Éditions.
Urry John, 2005, *Sociologie des mobilités. Une nouvelle frontière pour la sociologie ?*, Paris, Armand Colin, coll. « U Sociologie ».
Vailly Joëlle, Bellivier Florence, Noiville Christine et Rabeharisoa Vololona, 2016, « Les fichiers d'empreintes génétiques et les analyses d'ADN en droit pénal sous le regard du droit et de la sociologie », *Cahiers Droits, Sciences et technologies*, n° 6, p. 43-53.
Van Dijk Jan, 2005, *The Deepening Divide. Inequality in The Information Society*, London, Sage Publications.
Vayre Jean-Sébastien, 2018, « Les machines apprenantes et la (re)production de la société : les enjeux communicationnels de la socialisation algorithmique », *Les Enjeux de l'information et de la communication*, 2018/2, n° 19/2, p. 93-111.
Velkovska Julia et Beaudouin Valérie, 2014, « Parler aux machines, coproduire un service : intelligence artificielle et travail du client dans

les services vocaux automatisés », in Kessous Emmanuel et Mallard Alexandre, *La Fabrique de la vente : le travail commercial dans les télécommunications*, Paris, Presses des Mines, p. 97-128.

Venturini Tommaso, Jacomy Mathieu, Meunier Axel et Latour Bruno, 2017, « An Unexpected Journey: A Few Lessons from Sciences Po Médialab's Experience », *Big Data & Society*, 4(2): 1-11.

Venturini Tommaso, Bounegru Liliana, Gray Jonathan et Rogers Richard, 2018, « A Reality Check(list) for Digital Methods », *New Media & Society*, vol. 20, n° 11, p. 4195-4217.

Verdier Henri et Colin Nicolas, 2012, *L'Âge de la multitude. Entreprendre et gouverner après la révolution numérique*, Paris, Armand Colin, 288 p.

Vétel Bruno, 2018, « Les travailleurs pauvres du jeu vidéo », *Réseaux*, 2018/2, n° 208-209, p. 195-228.

Vicente Michael, 2013, « Le logiciel libre : un dispositif méritocratique ? », *La nouvelle revue du travail*, 3. Disponible sur : https ://nrt.revues.org/1070 (consulté le 26 janvier 2016).

Vigna Paul et Casey Michael J., 2018, *The Truth Machine: The Blockchain and the Future of Everything*, St Martin's Press, 320 p.

Vinck Dominique et Clivaz Claire, 2014, « Les humanités dé-livrées. Savoir et culture réinventés hors du livre », *Revue d'anthropologie des connaissances*, 4, vol. 8, n° 4, p. 681-704.

Vinck Dominique, 2009, *Les Nanotechnologies*, Paris, Le Cavalier Bleu, coll. « Idées reçues ».

Viseur Robert et Charleux Amel, 2019, « Changement de gouvernance et communautés *open source* : le cas du logiciel Claroline », *Innovations*, vol. 58, n° 1, p. 71-104.

Vitalis André (dir.), 1994, *Médias et nouvelles technologies : pour une socio-politique des usages*, Paris, Éditions Apogée/PUF, 160 p.

Viveiros de Castro Eduardo, 2009, *Métaphysiques cannibales*, Paris, PUF.

Volle Michel, 2018, *Valeurs de la transition numérique : civilisation de la troisième révolution industrielle*, publication indépendante, Amazon, 304 p.

Vosoughi Soroush, Roy Deb et Aral Sinan, 2018, « The Spread of True and False News Online », *Science*, vol. 359, n° 6380, p. 1146-1151.

Vygotski Lev S., 1985, « Le problème de l'enseignement et du développement mental à l'âge scolaire », in Bronckart Jean-Paul et Schneuwly Bernard (dir.), *Vygotski aujourd'hui*, Neuchâtel-Paris, Delachaux & Niestlé, p. 95-117.

Watts Duncan J. et Strogatz Steven, 1998, « Collective Dynamics of "Small-World" Networks », Nature, vol. 393, n° 6684, p. 440-442.

Weaver Warren et Shannon Claude E., 1975, *Théorie mathématique de la communication*, Paris, CEPL, coll. « Les Classiques des sciences humaines », 188 p.

Weber Claude et Commandant Jean-Philippe, 2018, « De l'importance du facteur humain », in Taillat Stéphane, Cattaruzza Amaël et Danet Didier (dir.), *La cyberdéfense. Politique de l'espace numérique*, Paris, Armand Colin, 255 p.

Weber Florence, 2009 [1989], *Le travail à-côté : une ethnographie des perceptions*, Paris, Éditions de l'EHESS, 238 p. (nouvelle édition revue et augmentée).

Wellman Barry, 2004, « The Three Ages of Internet Studies : Ten, Five and Zero Years Ago », *New Media & Society*, 6(1), p. 123-129.

Wenger Étienne, 2002, *Communities of Practice : Learning, Meaning and Identity*, Cambridge, Cambridge University Press.

Wesch Michael, 2009, « YouTube and You : Experiences of Self-awareness in the Context Collapse of the Recording Webcam », *Explorations in Media Ecology*, 8(2), p. 19-34.

White Harrison, 1992, *Identity and Control : A Structural Theory of Social Action*, Princeton University Press. (2e éd., 2008)

Wiener Norbert, 1952, *Cybernétique et société*, Paris, Les Deux-Rives.

Winner Langdon, 1981, « Technè and Politeia : "The Technical Constitution of Society" », in Durbin Paul (dir.), *Research in Philosophy and Technology*, J.A.I. Press.

Wolton Dominique, 1999, *Internet et après : une théorie critique des nouveaux médias*, Paris, Flammarion.

Wu Tim, 2011, *The Master Switch : The Rise and Fall of Information Empires*, Vintage Books, 368 p.

Zacklad Manuel, 2005, « Vers le Web socio-sémantique : introduction aux ontologies sémiotiques », in *Actes de la conférence Ingénierie des connaissances*, Nice.

Zacklad Manuel et Grundstein Michel (dir.), 2001, *Ingénierie et capitalisation des connaissances*, Hermès Sciences, Traité IC2, coll. « Informatique et SI ».

Zuboff Soshana, 2019, *The Age of Surveillance Capitalism. The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*, New York, PublicAffairs, 692 p.

Zyskind Guy, Oz Nathan et Pentland Alex, 2015, « Enigma: Decentralized Computation Platform with Guaranteed Privacy ». Disponible sur : https://arxiv.org/abs/1506.03471.

Index

alerte 48, 74, 108, 171, 173-174, 189, 261, 268, 280, 283, 330, 335, 337-338
algorithme 14, 37, 39-40, 50, 52-53, 79, 86, 90, 135, 147-152, 159-160, 230, 258, 284, 297, 314
Amazon 28, 49, 54, 96, 101, 111, 179-182, 199-201, 204, 209, 221, 238, 288, 294, 296
Apple 23, 43-44, 49, 68, 81, 96, 101, 105-106, 108, 127, 148, 169, 179-183, 186-187, 213, 230, 238, 294, 331
apprentissage 21, 30, 38, 50, 52-54, 110, 113, 128-129, 138, 140, 146, 153-154, 156, 158-161, 164-165, 167, 193, 197, 227, 237, 241, 275, 317-318
architectures techniques 30, 34, 41, 45, 55-56, 233, 264, 286
architecture technique 62, 79, 81, 111, 244, 283, 285, 293, 298, 303, 306, 337-338
attention 17, 24, 75-76, 94, 103, 105, 122, 124-125, 129, 133, 135, 141, 143, 155, 161, 164-175, 182, 188-189, 191, 193-194, 196, 199, 205-206, 209-210, 219, 233, 250, 253, 259, 269, 272-273, 275, 299, 311, 332, N1
base de données 48, 54, 80, 133, 136, 139, 145, 153, 161, 197, 218, 224-225, 227, 236, 246, 250, 258, 268, 308, 319
Berners-Lee Tim 14, 44, 48, 75, 80, 89-90, 145-146
bibliothèque 14, 45, 53, 75, 144
blockchain 8, 30, 84-88, 97, 142, 146, 215, 235, 241, 247, 294
blog 21, 25, 80, 90, 141, 152, 168, 278, 281
boussole cosmopolitique 83, 86, 251-252, 265, 276, 291
Callon Michel 13, 28, 33, 92, 102, 133, 191, 212, 266, 279, 284, 324

capitalisme 9, 30, 87, 101, 105, 129, 183, 189, 192-193, 197, 214, 238, 259, 321, 328, 332, 339
capteur 48, 92, 262
Cardon Dominique 13, 52, 54, 79, 110, 115-116, 119, 147, 151, 158-160, 268, 273, 277-278, 280, 300, 305-306, 339
carte 11, 30, 64, 68, 83, 112, 116, 125, 137-138, 246-250, 261, 300, 304, 333
Casilli Antonio 28, 54, 111, 117-118, 121, 158, 200, 208, 211, 220, 237, 300
cinéma 8, 98, 104, 127, 139-142, 182, 199, 204-205, 329
communauté 17, 20, 53, 76, 82-83, 110, 122, 143, 159, 172, 185-186, 210, 217-219, 250, 256, 270, 304, 306, 309-310, 312
comportement 40, 119, 150, 174, 194, 196-197, 209-210, 237, 241, 258, 263, 316
consommation 26, 79, 90, 109, 118, 127, 148, 156, 172, 177, 195, 197, 203, 262, 288, 294, 296, 319
copyright 31, 84, 172, 182, 188, 198, 205, 286, 298-299
diffusion 11, 13-14, 16, 18, 20, 25, 28, 46-47, 54-55, 57-59, 64, 73, 76, 91-93, 97, 101-102, 112, 122, 126-128, 162, 165-166, 169-170, 172, 179, 185, 198-199, 203, 212, 216, 271-272, 279, 286, 290, 294-295, 299, 326, 329, 333, 338, N2
digital labor 97, 111, 175, 206, 208, 211, 220
distribué, distribués, distribuées 46-47, 58, 62, 69-70, 73-74, 82-86, 88, 104, 110, 115, 124, 126, 134, 148, 157, 162, 197, 216-217, 219, 247, 264, 270, 277-278, 282, 287-289, 291, 295, 297, 305-306, 338
données personnelles 31, 77, 84, 100, 108, 116-117, 129, 148, 156, 189, 197, 205-206, 234, 237-238, 244, 283-284, 286, 296-297, 299-301, 307, 337-338
écologie 175
espace public 17, 44, 123, 131, 151, 156, 166-167, 170, 174, 233, 257, 259-260, 273, 275, 278, 285, 312
État, état-civil 11, 20, 35, 43, 61-62, 85, 123, 134, 170, 183, 186, 196, 200, 203, 206, 214, 233-234, 237, 245-249, 262, 294, 297, 319, 324
éthique 49, 210, 293, 306, 328, 334, 336, 338
Facebook 47-49, 55, 81-82, 99, 101, 108, 113-114, 117, 119, 124, 128, 130-131, 152, 167-168, 171, 174, 179-183, 194, 206, 209-211, 238,

247, 269, 274, 276, 278, 284, 287-289, 294-297, 299-300, 305, 312, 315, 325, 333, 340
fake news 122, 129, 146, 174, 241, 269, 273, 297
Federal Commission for Communications (FCC) 289, 298
Federal Communications Commission (FCC) 58, 66, 71
finance, financier(s), financière(s), financiarisation, marché financier 9, 16, 22-23, 26, 30, 38, 46-47, 67, 74, 81, 85, 87, 99, 101, 120, 149, 155, 163, 176, 183, 185, 187-196, 200, 205, 208, 212-216, 220-221, 223, 225, 228, 230, 232, 235, 238, 241, 247, 271-272, 274, 288, 307, 310, 321-322, 328-329, 333, 339
fracture 14, 30, 106, 123-132, 163
géolocalisation 116, 138, 151, 156, 236, 250-251, 263
Google 14, 22, 45-46, 49, 53-54, 77-82, 89-90, 101, 105, 108, 124, 129, 137, 147-152, 158-159, 164, 167, 175, 180-182, 186-187, 189-190, 194, 197, 201, 204, 209, 237, 245, 247, 250, 256, 260, 263-264, 282, 287-289, 294, 296-297, 299-300, 305, 333
gouvernance 29, 31, 41, 49, 57-58, 66, 85-86, 95, 126, 142, 218, 228, 233, 261, 283-284, 286, 301-307
graphe 78, 90, 314
hacker 46, 96, 216, 267, 278, 281
IBM 25, 35, 42-43, 46, 71, 78, 179-181, 186, 217, 262-264, 281, 294, 324
identité 25, 30, 68, 85, 112-116, 245-248
image 17-19, 28, 52-55, 63, 66, 79, 91-92, 117, 140-142, 171, 180, 190, 194, 211-212, 241, 246, 249-251, 254, 258, 261-262, 271, 313
immatériel 97, 176, 180, 183, 188, 222
immersion 19, 23, 96, 119, 129, 141-143, 165, 175
industries culturelles 83, 89, 94, 96-98, 103, 165, 168-169, 175, 186, 203-205, 336
influence 18, 35, 87, 98, 106, 122-123, 139, 169, 241, 261, 272, 307, 312, 314, 321, 324, 328, 333, 336
influenceurs 121-122, 273, 316, 325
interface 44, 77, 105, 139, 210, 331
Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) 62, 76, 99, 126, 302-305
investisseur 193

jeu vidéo 11, 19, 23, 44, 98, 106, 108-109, 113-114, 128, 142-143, 171, 175, 177, 180, 205, 210, 249, 330
journal 21, 98, 144, 165, 167, 169-170
Kleinberg Jon 78, 140, 149, 154, 274, 315
langue 20, 56, 102, 130, 134, 138, 189, 249, 329
Latour Bruno 7, 13, 19, 27, 29, 33, 39, 44, 92, 101-103, 114, 133, 138, 144, 153, 212, 251, 280, 284, 308, 312, 314, 324-325, 329, 332, 335-336
Lessig Lawrence 19, 24, 62, 172, 205, 284-286, 290, 292-293, 298-300
lien 17, 23, 36, 43, 45, 76, 79, 82, 104, 108, 113, 118-120, 122, 136, 149, 188-189, 245-246, 261, 300, 311, 322, 329
linguistique 130, 134, 189, 274, 304, 317-318, 322
lire, livre 13, 16, 18-19, 21, 23, 29, 62, 85, 98, 110, 134-135, 139-141, 161, 168, 170, 172, 195, 204-205, 283, 332, 335-336
logiciel libre 21, 23, 46-47, 50, 78, 82, 97, 103, 106, 110, 112, 165, 180, 185-186, 192, 197, 212, 216-217, 219, 231, 243, 306, 338
Machine Learning 8, 30, 42, 52-53, 55, 105, 138, 153-154, 156-160, 164, 211, 227, 231-232, 235-236, 242, 263, 317, 319-320, 322-324, 330
marketing 44, 46, 102, 127, 155, 183, 185, 189, 199, 213, 218, 226-227, 236, 251, 300, 319, 321, 335
mème, mémétique 122, 317, 325
mesure, métrique 15, 25, 35, 38, 49, 53, 66, 70, 81, 84, 108, 110, 125-126, 133, 137, 142, 166, 175, 193, 196, 199, 202, 210, 218, 227, 230, 233-234, 253-254, 267, 270, 272, 274, 277, 301, 304, 310, 317, 321, 335, 340
métadonnées 62, 85, 89, 96, 169, 283
Microsoft 43-44, 46, 49, 68, 77-79, 142, 179-181, 187, 218, 289, 295-296
militaire 36, 42, 56, 59, 69-70, 73-74, 239, 241
mobile, portable, smartphone 13-15, 38, 49-50, 67-68, 77, 92-93, 99, 105, 107-108, 111, 114, 120, 125, 128-129, 139, 175, 178-179, 187, 207-208, 251, 257, 271, 277, 288-289, 294, 310, 330, 332, N2
MOOC 144, 162-165, 243

moteur de recherche 14, 22, 30, 35, 45, 77-78, 100, 111, 131, 147-150, 152, 167, 175, 188, 237, 260, 300, 305, 312, 338
Moulier-Boutang Yann 7, 110, 192-193, 198, 218
mouvements sociaux 103, 121, 233, 275-278, 280, 294, 338
musique 8, 21, 46, 81, 90, 93-94, 96-97, 109, 112, 170, 172, 175, 180, 198-199, 202-205, 209, 222, 295, 310
navigateur 47, 77-78, 137, 150, 179, 296
nom de domaine 62, 76, 126, 150, 282, 284, 302-304
NSA 36, 49, 74, 116, 258, 265, 283, 324
nudge 174
ontologie 145
open source 47, 53, 137, 159, 180, 186, 216-219, 249, 256, 281, 305
opérateur 67-68, 71, 73, 136, 191, 202, 225
opinion 22-23, 25, 30-31, 88, 144, 152, 167, 183, 189-191, 194, 212-214, 216, 230, 233, 253-254, 266, 268-269, 271-272, 274-277, 280, 282, 313, 318, 321-322, 325
organisations 12, 30, 43, 69, 85-86, 102, 110, 132, 153, 158, 160, 176, 222-223, 225-226, 228-229, 231-235, 254, 281, 295, 301-303, 305-306, 324
Orléan André 22, 88, 189-190, 192-194, 212
paquet 62, 67, 72
peer-to-peer 15, 46, 67, 70, 82-84, 94, 96, 99, 110, 203, 291-292, 338
photographie 12, 90-94
plateforme 25, 28, 47, 54, 79-82, 99, 105, 162, 164, 167, 169, 171, 175, 180-181, 189, 191, 194, 196-201, 203-204, 206, 208-210, 214, 216, 219-222, 248, 264, 281, 287, 312, 320, 324, 333
pluralisme 31, 47, 84, 125, 163-164, 166, 170, 210, 221, 232, 252, 254, 286, 290, 292-293, 307, 339
privacy 82, 108, 112, 116-117, 146, 238, 283, 299-300, N4
propriété, propriété intellectuelle 21-22, 46, 59, 96-98, 110, 134, 142, 181-183, 195, 197-198, 205, 216-217, 222, 234, 250, 253, 257, 284-286, 296-299, 307
publicité, publicitaire 48, 59, 79, 81, 121, 131, 148, 156, 165-166, 183, 185, 202-203, 205-207, 209-210, 213, 227, 235, 259, 271, 279, 297
Règlement général sur la protection des données (RGPD) 9, 82

régulation 20, 49, 57, 76, 100, 207, 218, 220, 234, 241, 256, 264, 284-288, 290, 292-293, 298-304, 307, 333, 339
rencontres (sites de) 7, 109, 151, 193, 201, 247, 297, 330
réplication 121, 215, 278, 313, 317, 324
réseau social 15, 21, 38, 48, 50, 58, 73, 80-81, 89-90, 96, 99-100, 103, 107-109, 113-114, 116-120, 131, 143-144, 152, 165-166, 180, 185, 189, 197, 200-201, 209, 213, 226, 228, 231, 239, 241, 247, 251, 259, 261, 268-269, 271-276, 278, 282, 295-296, 300, 305, 312, 315-316, 318-319, 321, 338, 340
RGPD 100, 108, 283, 301
risque 12, 16, 49, 69-70, 85, 103, 110, 120, 132, 157, 173, 214-215, 219, 224, 227, 250, 272, 282, 316, 330
robots 154, 240-241, 328, 331, 334-335
savoirs 17-18, 26, 30, 75, 81, 103, 128, 133-134, 143-144, 147-152, 156, 161-166, 168, 172-173, 187, 210, 225, 228, 279, 311-312, 337
science-fiction 327-331, 335
sécurité 27, 36, 50, 86, 180, 217, 222, 236, 238-239, 241, 245-249, 254, 258-259, 268, 270, 303, 313, 338
SIG 137, 141, 249-250, 255
Sloterdijk Peter 18-19, 49, 96, 142-143, 240, 255, 331, 336
smart city 254, 262
Snowden Edward 74, 116, 182, 239, 258, 265, 283, 330, 337
software 39, 47, 216, 281
sous-marins (câbles) 65, 74, 124, 289
standard 64, 68, 72, 76, 85, 94-96, 100, 110, 113, 144, 151, 169, 179-180, 213, 289, 303
support 18, 45, 96, 98, 133, 140-141, 143, 214, 244, 260, 269, 308
surveillance 105, 116-117, 129, 197, 206, 222, 237, 239, 255, 258-259, 261-262, 265, 270, 282-283, 290, 300, 306, 321, 324, 330-331, 336-337
Tarde Gabriel 62, 172, 191, 277, 322, 325
territoire 15, 57, 64, 68, 74, 76, 125, 185, 249-251, 253, 260-261, 263, 271, 315
Thévenot Laurent 25, 68, 106, 152, 161, 187, 223, 256, 271, 273
traçabilité, traçabilité généralisée 25, 48, 53, 84-85, 121-122, 129, 182, 196, 209, 221, 225, 230, 237, 244, 248, 255, 257, 259, 263, 271,

283-284, 301, 323-324, 329
Turing Alan 14, 24, 36, 39-41, 50, 52, 55, 154-155, 159, 247, N3
Twitter 17, 81, 113, 116, 121, 152, 165-167, 171-172, 183, 199, 269, 272-273, 275, 282, 296, 316, 322, 324
Uber, ubérisation 100-101, 201, 211, 220-222, 238, 257, 263
urbain(s), urbaine(s) 49, 129, 183, 251, 253-255, 257, 259-261, 263, 277, 293
ville, *city* 61, 63, 132, 233, 239, 250-255, 257, 259-262, 264, 290, 313
Wikipédia 21, 81-82, 110, 148, 151-152, 158, 190, 192, 206, 211, 281, 286, 302, 305-307, 312, 339, N2
Yahoo 22, 45, 78, 149-150, 152, 181, 286
Zuboff Shoshana 105, 129, 196, 237, 259, 321, 324, 331

Collection U

Sociologie

Fondée par Henri Mendras
puis dirigée par Patrick Le Galès et Marco Oberti

Bevort Antoine, Jobert Annette, *Sociologie du travail : les relations professionnelles*, 2011.

Bonny Yves, *Sociologie du temps présent. Modernité avancée ou post-modernité ?* 2004.

Boullier Dominique, *Sociologie du numérique*, 2016.

Dargent Claude, *Sociologie des opinions*, 2011.

Degenne Alain, Forsé Michel, *Les réseaux sociaux*, 2004.

Delpeuch Thierry, Dumoulin Laurence, Galembert Claire (de), *Sociologie du droit et de la justice*, 2014.

Dubar Claude, *La socialisation*, 2e édition 2010.

Dubar Claude, Tripier Pierre, Boussard Valérie, *Sociologie des professions*, 2011.

François Pierre, *Sociologie des marchés*, 2008.

Galland Olivier, *Sociologie de la jeunesse*, 2017.

Genieys William, *Sociologie politique des élites*, 2011.

Grossman Emiliano, Saurugger Sabine, *Les groupes d'intérêt. Action collective et stratégies de représentation*, 2e édition 2012.

Hassenteufel Patrick, *Sociologie politique : l'action publique*, 2e édition, 2011.

Hervieu Bertrand, Purseigle François, *Sociologie des mondes agricoles*, 2013.

Jobard Fabien, Maillard Jacques (de), *Sociologie de la police. Politiques, organisations, réformes*, 2015.

Lascoumes Pierre, Nagels Carla, *Sociologie des élites délinquantes*, 2e édition, 2013.

Maigret Éric, *Sociologie de la communication et des médias*, 3e édition, 2015.

Mayer Nonna, *Sociologie des comportements politiques*, 2010.

Mendras Henri, *Éléments de sociologie*, 2003.

Milly Bruno, Delas Jean-Pierre, *Histoire des pensées sociologiques*, 2009.

Neveu Erik, *Sociologie politique des problèmes publics*, 2015.

Oberti Marco, Mendras Henri, *Le sociologue et son terrain*, 2000.
Paillé Pierre, *La méthodologie qualitative. Postures de recherche et travail de terrain*, 2006.
Paillé Pierre, Mucchielli Alex, *L'analyse qualitative en SHS*, 2e édition 2012.
Peretti-Vatel Patrick, *Sociologie du risque*, 2003.
Siblot Yasmine, Cartier Marie, Coutant Isabelle, Masclet Olivier, Renahy Nicolas, *Sociologie des classes populaires contemporaines*, 2015.
Therborn Göran, *Les sociétés d'Europe du XXe au XXIe siècle. La fin de la modernité européenne ?* 2009.
Urry John, *Sociologie des mobilités*, 2005.
Vinck Dominique, *Sciences et société. Sociologie du travail scientifique*, 2e édition 2007.

Table of Contents

Page de titre
Copyright
Dédicace
Table
Remerciements
Introduction. De la « révolution numérique » à l'amplification
Chapitre 1. Histoires du numérique
- Histoire et propriétés de l'informatique
  - La matérialité logique
  - Deux fondateurs : Turing et Von Neumann
  - Des grandes machines au Machine Learning
- Histoire des télécommunications
  - Le télégraphe
  - Le téléphone
  - La radio
  - Les commutateurs
  - Deux commutations, deux modèles sociologiques
  - Les modes de transmission sont des politiques
  - Un rythme d'innovation effréné
- Histoire d'Internet
  - Un protocole minimaliste
  - Un réseau de réseaux : les choix d'architecture sont politiques
  - Le World Wide Web
  - Annuaires et moteurs : la domination « objective » de Google
  - Le Web 2.0 et le monde des plateformes
  - Les alternatives
  - La blockchain, attracteur étrange, comme alternative radicale ?
  - Du Web sémantique révisé au monde du Big Data
- Histoire des supports médiatiques

La photographie : après 100 ans d'argentique, le triomphe numérique de l'amateur
Histoire des formats de l'industrie musicale
Une histoire à géographie variable : Chine et Europe
La dynamique chinoise rebat les cartes
Le RGPD, premier jalon d'une troisième voie ou l'heure des comptes a sonné !
Le temps des barbares et le temps de la reprise en mains par le public
Conclusion
Chapitre 2. Sociologie des usages
Usages et conception : penser le couplage homme-machine
Approches pragmatiques et ethnométhodologiques
Les styles d'usage
Les nouveaux collectifs de travail
Au-delà de publier, faire. L'émergence des makers
Publication de soi et jeux d'identité
Les usagers d'Internet sont-ils des « cultural idiots » ?
Le design de la visibilité de Dominique Cardon
Des jeux d'identité aux vols d'identité : données personnelles et privacy
Sociabilités en ligne et hors ligne
Socialisation et désocialisation : « chatting alone » ?
L'empire des réplications
Fracture numérique ?
D'un discours à un concept
Asymétrie des équipements entre pays
Inégalités de diffusion dans le public
Culture savante et culture ordinaire en « computer literacy » : une fracture scolaire
Fracture générationnelle ?
Politiques publiques de réduction de la fracture numérique
Chapitre 3. Le numérique, technologie cognitive
Qu'est-ce qu'une technologie cognitive ?
L'écriture, technologie cognitive
La carte comme technologie cognitive
Cadres de perception et conventions sémiotiques et esthétiques
Le langage des nouveaux médias

Le règne de l'image et de l'immersion
Architectures des savoirs
Politique d'orientation dans les savoirs
Modèle computationnel de l'esprit et apprentissage : ce que fait le Machine Learning
Sociologie des algorithmes
Éducation numérique
Des âges de l'éducation numérique
Le pluralisme des politiques éducatives à travers les plateformes numériques
Écrire/publier
L'information proliférante et en temps réel
Les formats
Chapitre 4. Sociologie économique du numérique
Un secteur industriel ?
Des espaces de production ou de pouvoir ?
Y a-t-il une économie numérique ?
Économie de la connaissance
Économie de l'attention ?
Les signaux de l'économie d'opinion
La lutte des investisseurs et des investis
Les biens immatériels, leviers pour les plateformes
Des biens rivaux aux biens d'expérience
La distribution sans contraintes physiques
L'effet plateforme
La gratuité, arme fatale des plateformes ?
Culture libre et licences nouvelles pour la créativité : au-delà du droit d'auteur
Gratuité et marché à double versant
La connaissance des publics grâce aux traces de comportement
Le travail des tâcherons de la donnée
L'innovation d'opinion
De la start-up à l'entreprise ? Encore un effort !
Wikinomics : pollinisation ou prédation financière ?
Le logiciel libre comme matrice technique et culturelle

Un nouveau mode de production, de nouveaux services, de nouveaux entrants
Ubérisation ou politique du bien commun
Le numérique dans les organisations
La première modernisation numérique des organisations
Quelle seconde modernisation numérique ?
Management financiarisé, institution et numérique
Chapitre 5. Sociologie politique du numérique
Administration numérique
Et tous étaient touchés
Les enjeux d'identité
Des cartes aux SIG
La ville numérique
Le numérique amplifie tous les formats de la démocratie
La démocratie représentative numérisée
La démocratie technocratique est numérique
Les confusions de l'opinion mining
Les mouvements sociaux sont en ligne
La démocratie dialogique explorée par le numérique
Le numérique amplifie-t-il vraiment tous ces formats ?
Le côté obscur de la force du numérique
Gouvernance du numérique
Le modèle pluraliste de Lessig
La neutralité d'Internet
Politiques des architectures de réseaux
Politiques des architectures peer-to-peer
Le numérique n'est pas neutre écologiquement : éthique du développement numérique ?
Politiques des réseaux sociaux
Le copyright
Les données personnelles
Les grandes « institutions » de régulation d'Internet
Une autre gouvernance est possible : Wikipédia
Conclusion
Chapitre 6. Les humanités numériques et au-delà
Le poids des mots
Le choc des photos

L'influence des réseaux
La loi des 1/0
Méthodes numériques
Nouvelles traces, nouvelle génération de sciences sociales ?
Conclusion
Bibliographie
Index
Collection U